
Эврика
В. ПОРТУГАЛ
Беседы
об АСУ

33С
П60

Португал В. М.

П60 Беседы об АСУ. М., «Молодая гвардия», 1977.

208 с с ил. (Эврика).

Книга о создании и внедрении автоматизированных систем управления (АСУ), об идеях и принципах, заложенных в АСУ, о проблемах, возникающих при организации АСУ.

П $\frac{70302-096}{078(02)-77}$ 063—77 33С

ИБ № 768

Виктор Михайлович Португал
БЕСЕДЫ ОБ АСУ

Редактор **В. Федченко**
Художники **А. Колли, И. Чуранов**
Художественный редактор **А. Косаргин**
Технический редактор **Е. Брауде**
Корректоры **Н. Павлова, А. Долидзе**

Сдано в набор 15/XI 1976 г. Подписано к печати 17/III 1977 г. А06366. Формат 84×108 1/32. Бумага № 1. Печ. л. 6,5 (усл. 10,92). Уч.-изд. л. 11,2. Тираж 100 000 экз. Цена 58 коп. Т. П. 1977 г. № 63. Заказ 1942.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типографии: 103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.

ОБЕСПЕЧИТЬ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ОБЪЕДИНЯЯ ИХ В ЕДИНУЮ ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННУЮ СИСТЕМУ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УЧЕТА, ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ.

(Из «Основных направлений развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы»)



О МОДА! МОДА?



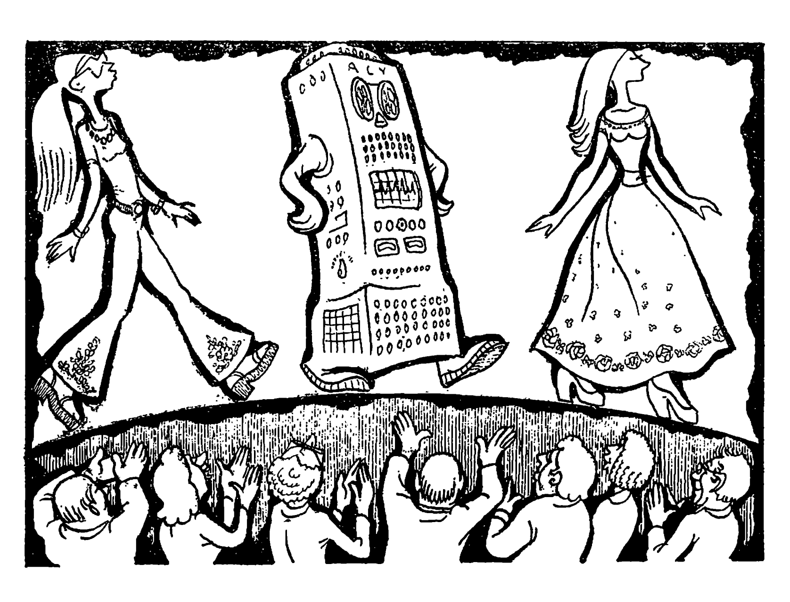


— Мода — самое удивительное явление человеческого общества. Куда только она не проникает. Даже в науку — казалось бы, неприступную для нее крепость. Еще недавно большинство молодых людей мечтало о профессии физика, и вот, пожалуйста, уже многие увлеклись разработкой автоматизированных систем управления (АСУ).

— Мне не хотелось бы судить о том, мода ли увлечение физикой, но я твердо уверен, что АСУ не мода.

Всем известно, что двадцать лет назад кримплен и автомобили «Жигули» не производились. Но мало кто знает, что за эти двадцать лет количество наименований изделий, производимых народным хозяйством, увеличилось более чем в десять раз и исчисляется миллионами.

Прогресс в науке и технике приводит к резкому увеличению сложности изделий. А это связано с усложнением технологии, то есть увеличением количества операций по изготовлению изделия. Поэтому управление процессом производства и вообще экономикой в не-



риод научно-технической революции стало особенно трудным.

Например, на некотором условном станкостроительном заводе изготовляют 60 типов станков, каждый станок состоит из 5 тысяч деталей, следовательно, на заводе в сфере управления обращается 300 тысяч информационных объектов. Управление заключается в том, что планируется их своевременное изготовление, учитывается ход производственного процесса. На заводе работает 5 тысяч человек, из них одна тысяча, то есть 20 процентов, заняты в сфере управления: планируют и учитывают. Производство движется, станки выпускаются, завод числится неплохим.

Но если поговорить с рабочими, мастерами, многие жалуются на беспорядки. В начале месяца то заготовок нет, то инструмента нужного нет, то материала... Сборку все время лихорадит — то одной детали не хватает, то другой. И так из месяца в месяц.

Раньше вроде работали нормально. Тридцать лет назад на заводе изготовляли станки десяти типов, станки, правда, были попроще, состояли в среднем из полутора тысяч деталей. Да и народу на заводе работало меньше — 2500 человек. Конечно, 500 из них находились в аппарате управления, то есть те же 20 процентов, но порядка было значительно больше!

Почему порядка было больше, догадаться нетрудно. В сфере управления обращалось всего 15 тысяч информационных объектов, в среднем по 30 на каждого работника. управления. Сейчас их приходится по меньшей мере в десять раз больше. Конечно, такая характеристика, как количество объектов, не совсем точно отражает загрузку человека, но ведь все-таки в десять раз!

Понятно, что объем работы, которую выполняет производственный рабочий, за это время вырос примерно в той же пропорции. Но в сферу производства пришла новая техника: высокопроизводительные станки, автоматические линии, новый инструмент и технология существенно повысили производительность труда рабочего. А в сфере управления практически никакой новой техники не появилось. Производительность труда управленческого персонала за 30 лет почти не изменилась.

Отсюда и суть проблемы: нагрузка на аппарат управления — сложность управления, как ее назы-

вают — растет, причем растет быстрее, чем численность управленческого персонала. К чему это ведет, нетрудно видеть. Аппарат управления не успевает управлять! Не успевают планировать, не успевают учитывать. А это порождает неразбериху в производстве, которая приводит к огромным потерям рабочего времени, к штурмовщине, ведущей к снижению выпуска продукции, к браку и в конечном счете к снижению эффективности производства.

Невозможность обеспечить качественное управление стала тормозом для развития производства. Конечно, наиболее простой выход — увеличить количество управленческих работников, соразмерить рост аппарата управления с ростом производства. На упомянутом условном заводе это означало бы довести численность управленческого персонала до 5 тысяч человек — при четырех-то тысячах рабочих! Не говоря о том, что такой шаг увеличил бы затраты на производство, есть более веские соображения против подобного метода решения проблемы управления. Если допустить, что в будущем производительность труда рабочего увеличится еще в десять раз, то при таком подходе еще в десять раз должна быть увеличена численность управляющего персонала, поскольку количество работников управления увеличивается прямо пропорционально объемам производства. Но ведь общее количество работающих в стране, да и вообще в мире, ограничено и, в общем, уже распределено между сферами производства и управления! Значит, часть работающих должна перейти из сферы производства в сферу управления! Если продолжить мысль, то надо сделать вывод, что в пределе этого процесса в сфере управления должно будет работать все взрослое население земного шара!

Как ни парадоксально звучит, что все будут управлять, тем не менее логика рассуждения приводит к этому. Академик В. Глушков, которому принадлежит анализ данного явления, назвал его информационным барьером.

А можно ли посчитать, когда наступит этот барьер? Академик В. Глушков произвел соответствующие расчеты, и получилось, что экономика страны уже находится в области информационного барьера.

Это значит, что все объективно необходимые задачи управления, возникающие уже сейчас, решить преж-

ними средствами невозможно. Та ситуация, которая описана на условном станкостроительном заводе, складывается сегодня повсеместно. Не хватает управленческого персонала, ухудшается качество управления, сдерживается рост производства.

Единственным выходом из создавшегося положения является проведение серьезных преобразований в сфере управления с целью существенного увеличения производительности управленческого труда. Естественно, что методы и средства труда управленческого персонала должны быть на уровне научно-технической революции.

Таким средством сегодня оказываются только автоматизированные системы управления. Вот почему огромные средства и выделяются на их развитие. Вот почему АСУ никак не мода!

— Необходимость АСУ на предприятиях понятна. Но чем объяснить создание АСУ, например, в вузе, как не модой? Разнообразие их поражает. Того и гляди появится АСУ — баня, АСУ — детский сад и тому подобная экзотика...

— Вы должны согласиться, что высшее учебное заведение, по существу, большое предприятие и оно также нуждается в эффективном управлении.

— Но ведь результаты от внедрения АСУ в таких учреждениях пока ничтожны. И это при огромных затратах на приобретение главного элемента АСУ — электронно-вычислительной машины (ЭВМ)!

— Что касается эффекта от внедрения АСУ, это особый разговор. Прежде чем его начинать, необходимо разобраться в том, что в процессе управления можно доверить машине.

Наставление Омара Хайяма, как жить, гласит:

Знайся только с достойными дружбы людьми,
С подлецами не знайся, себя не срами.
Если подлый лекарство нальет тебе — вылей!
Если мудрый подаст тебе яду — прими!

«Чтобы умножить дробь на дробь, надо числитель первой дроби умножить на числитель второй, знаменатель первой дроби умножить на знаменатель второй; первое произведение даст нам числитель, а второе — знаменатель искомой дроби» — это правило умножения дробей.

«Хорошее стекло в трактире епископа на чертовом стуле — двадцать один градус и тридцать минут — север-северо-восток — главный сук седьмая ветвь восточная сторона — стреляй из левого глаза мертвой головы — прямая от дерева через выстрел на пятьдесят футов» — эта тарабарщина из рассказа Эдгара По «Золотой жук» указывает, где искать клад.

Что общего в этих цитатах? Алгоритм.

В повседневную жизнь все более настойчиво проникает это математическое понятие. Алгоритм — это



четко предписанная последовательность действий, выполнение которой гарантирует достижение цели.

Алгоритмы встречаются в любой сфере деятельности. Ими являются приведенные выше цитаты, ими набиты справочники по решению математических, конструкторских, технологических задач, сборники инструкций и правил, методики и руководящие материалы. Одно из наиболее приятных собраний алгоритмов — «Книга о вкусной и здоровой пище».

Наша цивилизация, утверждает известный польский фантаст Станислав Лем, — это сумма технологии. А технология — это алгоритм изготовления.

Чем интересны алгоритмы для нас? Уже давно замечено, что практически к любому виду человеческой дея-

тельности можно приклеить ярлык: работа «творческая» или «нетворческая». Писать стихи, конструировать новую машину, разрабатывать метод получения нового вещества — несомненно, творческая работа. Работа кассира, ремонт бытовых приборов, управление подъемным краном — пожалуй, нет. В чем разница? Даже поверхностный анализ показывает — для работ второго типа существует алгоритм выполнения. Для работ первого типа алгоритма нет. Предписания, похожие на то, как самому сделать бюст Бетховена: «Возьмите глыбу мрамора и стешите с нее все лишнее», — не в счет.

Ясно, что выполнение работ второго типа проще, требует меньшей квалификации. Ведь научить человека делать что-нибудь значительно легче, когда есть алгоритм, — заучи алгоритм и следуй неукоснительно. Не зря этот тип деятельности часто называют рутинным — от английского слова, означающего порядок,— упорядоченным. Не совсем ясно, почему в нашем языке слово «рутинный» приобрело отрицательный оттенок.

Обучение творческой деятельности проходит значительно труднее, требует для своего выполнения не только большей квалификации, но и особых способностей обучаемого. Значит ли это, что творческая деятельность важнее упорядоченной — рутинной?

Ни в коей мере! Сознательная деятельность человечества направлена на то, чтобы перевести очередную творческую работу в разряд рутинных. Развитие науки направлено на создание алгоритмов. Разработка технологии — это создание алгоритмов. Практически любое изобретение несет в себе элемент алгоритмизации.

На сознательной памяти человечества гигантское количество профессий, целые области деятельности были алгоритмизированы. Металлургия и сельское хозяйство, машиностроение и вождение самолетов, пошив одежды и масса других дел из искусства стали обыкновенной рутинной работой.

Это один из замечательных парадоксов и движущих противоречий: человечество испытывает как потребность в творческой деятельности, так и потребность переводить ее в разряд рутинных.

Вот так и в искусство управлять все более властно вторгается наука, превращая существенные части этой деятельности в рутинную работу. Особенно интенсив-

но этот процесс начался с внедрением в сферу управления электронно-вычислительных машин, которые могут работать только по алгоритмам.

Выяснилось, что практически все части управления: планирование, учет, анализ, оперативное регулирование — в той или иной степени могут быть алгоритмизированы. Вот тут-то и проходит водораздел между областями чисто человеческого труда и труда, который может быть поручен ЭВМ. Есть алгоритм — работу может делать машина, нет алгоритма — без человека не обойтись. Эффективность АСУ зависит от того, какую часть работы возьмет на себя ЭВМ, а какая часть останется у человека.

Наука управления в настоящее время переживает период бурного развития. Разрабатываются алгоритмы решения таких задач, которые еще совсем недавно считались высоким искусством. Даже святая святых управления — процесс принятия решения — подвергается тщательному анализу на предмет создания алгоритмов. Что уж тут говорить о такой части управления, как учет, в которой алгоритмы появились раньше, чем было изобретено само понятие алгоритма! Ведь издавна известно, что «творчество», например, в бухгалтерском учете не только не приветствуется, но даже является чуть ли не уголовно наказуемым деянием! Кстати, затраты труда на учет составляют львиную долю затрат труда на все управление.

Поэтому совсем не странно, что в первую очередь подвергается автоматизации, как правило, бухгалтерский учет.

Учетные задачи вездесущи. Вот пример. В одном из южных городов в агентстве Аэрофлота в самый разгар лета — неприятнейший сезон для передвижений — отпускник в мрачной тоске стоит перед длиннейшей очередью к окошечку диспетчера по бронированию, размышляя, то ли идти ему пешком, скажем, через Москву в Горький, то ли потратить это время в очереди. Как избавление от казни звучит объявление, сообщающее, что бронирование мест в Москве осуществляется в соседнем зале с помощью соответствующей автоматизированной системы...

Внешне работа системы выглядит очень эффектно. Оператор набирает на клавиатуре заказ, и почти мгновенно отзывается треск пишущей машинки, которая

сообщает, что бронь принята. Вся операция занимает не более минуты. Очередь быстро таяла. И таяла потому, что работала АСУ.

С каждым годом увеличиваются масштабы деятельности Аэрофлота: растет число рейсов, число аэропортов, число пассажиров — резко увеличивается объем учетных задач, а следовательно, и нагрузка на диспетчера по бронированию. А если посадить двух, считайте, еще один работник ушел из сферы производства, еще чуть-чуть сгустилась тень информационного барьера! И пусть электронно-вычислительная техника пока недостаточно надежна, пусть есть возможность установить ее лишь в ключевых пунктах — все равно внедрять ее необходимо!

Традиционное поле учетной деятельности — банк. Вот где практически вся работа подчиняется строгим, веками созданным алгоритмам. Ясно, что здесь внедрение АСУ должно принести значительный эффект.

И управление вузом, включающее планирование, учет, оперативное управление, в общем мало чем отличается от управления промышленным предприятием. А управленческому персоналу учебной части, научно-исследовательскому сектору, деканам, диспетчерам все труднее становится справляться со своими обязанностями. Растет число студентов, объем работ, появляются новые специальности — где уж тут за всем уследить.

Нет, АСУ-вуз — это не мода, как, впрочем, и АСУ-банк, как и АСУ вообще!

— Значит, где учет, там и АСУ? Эдак, пожалуй, в любой конторе можно создавать АСУ.

— Это верно, что автоматизировать учет можно практически везде. Но только за счет автоматизации учета коренного улучшения в управлении не получишь. Необходимо автоматизировать и другие функции управления.

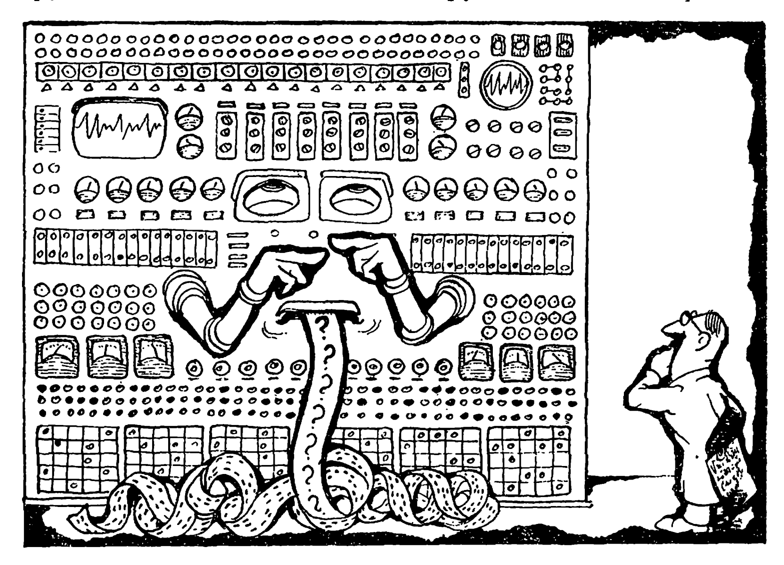
Представьте себе, читатель, что вы директор завода, выпускающего сложные машины. Примерно в конце текущего года вам сообщают, что в будущем году завод должен изготовить два новых изделия, две новые машины — А и Б. Вы немедленно вызываете руководителей отделов и приказываете им произвести все необходимые расчеты для составления плана производства на будущий год.

Прежде всего за работу берутся технологи. Они опре-

деляют, что изготовление каждой машины состоит из двух этапов: изготовления деталей и сборки. Как говорил В. Маяковский: «Я гайки делаю, а ты для гайки делаешь винты. И идет работа всех прямо в сборочный цех».

Итак, сначала в цехе № 1, механическом, должны быть сделаны гайки, винты и прочие детали. Затем в цехе № 2, сборочном, надо собрать из них машины.

Следом за технологами нормировщики определяют трудоемкость каждого этапа. Трудоемкость измеряется



в нормо-часах — в часах, которые надо затратить на изготовление изделия (машины). Например, трудоемкость работы в 10 тысяч нормо-часов означает, что данную работу один рабочий будет делать 10 тысяч часов, два рабочих — 5 тысяч часов, а сто рабочих — 100 часов.

Определив трудоемкость изготовления деталей для каждой машины, допустим, в 10 тысяч нормо-часов, нормировщики переходят к следующему важному моменту — расчету потребности в рабочей силе. Рассуждают они так. Общая трудоемкость работ по механическому цеху — 20 тысяч часов: один рабочий в год работает примерно по 2 тысячи часов, следовательно, для выполнения плана необходимо 10 рабочих (20 тыс. : 2). Анало-

гично по сборочному цеху необходимо также 10 рабочих.

Определив потребность в рабочей силе, сравнивают ее с численностью рабочих. Если в цехах действительно есть по 10 рабочих, прекрасно, рапортуется начальству, что план по труду сбалансирован (наличие равно потребности). Если рабочих больше, чем требуется, надо думать об увеличении плана, если меньше — либо уменьшать план, либо увеличивать число рабочих.

Но допустим, что в цехах все в порядке и по рабочим полный баланс. Производится последний расчет — определяется длительность выполнения каждой работы. Один из методов такой. Так как трудоемкость изготовления деталей для каждой машины по 10 тысяч часов, а работать будут 10 рабочих, следовательно, длительность работы — одна тысяча часов (10 тыс.: 10), или примерно полгода. На этом расчеты заканчиваются; составляется сводный план работ: срок выполнения каждой работы — полгода, срок выпуска обоих изделий — конец года; потребность в рабочей силе: 10 механиков, 10 сборщиков. Готовьте премию!

Такой метод расчета в настоящее время распространен на большинстве предприятий и называется балансовым (иногда объемным). Конечно, приведенный условный пример дает представление только о самом методе. Когда же такой расчет производится для большого предприятия, число изделий (номенклатура) которого достигает сотен наименований, а балансировать план нужно по сотням профессий, то весь плановый отдел в течение месяцев занят этим делом.

Но расчеты подходят к концу, наступает 1 января, и надо приступать к работе. И вот тут выясняется, что «гладко было на бумаге...».

В механическом цехе приступают к изготовлению «гаек и винтов» для изделия А и делают их, как положено, 6 месяцев. Попытка запустить в это же время «гайки и винты» для изделия Б оканчивается неудачей — ведь все 10 рабочих заняты на изготовлении изделия А. Приступить к изготовлению изделия Б они смогут лишь через полгода. К этому времени «гайки и винты» изделия А перейдут в сборочный цех.

Однако что же это? Конец года, а изготовлено только изделие А, а изделие Б еще надо полгода собирать! Аврал и штурм, всех переводят в сборщики, но план

стараются выполнить! Попутно ищут виновных, чтобы наказать: почему с начала года не делали «гайки и винты» для изделия Б?

Виноват, несомненно, начальник механического цеха! Но он энергично возражает и доказывает, что если бы он выделил 5 рабочих на изделие А и 5 на изделие Б, то длительность цикла каждой работы была бы 12 месяцев (10 тыс. ч : 5 = 2 тыс. ч, или 1 год), то есть к концу года не собрали бы ни одного изделия. Так кто же виноват?

А никто. Виноват балансовый метод расчета, который не позволяет учесть, что перед тем, как детали поступят на сборку, их еще надо изготовить. Другими словами, балансовый метод не учитывает технологию изготовления изделий. Смотрите, как интересно получается: применили плохой метод для планирования, а это привело к штурмовщине и срыву планового задания, и в общем довольно трудно сразу разобраться, из-за чего все это произошло: то ли из-за того, что плохо работали, то ли из-за плохого снабжения, то ли из-за чего еще... В процессе выполнения плана за год происходит столько всяких неурядиц — прогулы, аварии, задержки с поставками материалов, инструмента, — что очень легко переложить вину на них. А оказывается, план с самого начала был невыполним.

А зачем применять плохой метод планирования? Нет хороших? Есть. Еще в начале века один из последователей основоположника научной организации труда американца Ф. Тейлора, Г Гант активно внедрял метод планирования с помощью диаграмм, учитывающих технологию изготовления изделия. Они, кстати, и называются гант-картами. Сейчас эта методика развита помощью современного математического аппарата и азвана календарным планированием.

Но вот в чем беда. Календарное планирование боле трудоемко, чем объемное. Составить календарный план для предприятия с номенклатурой в сотни изделий, да еще при условии, когда изготовление каждого изделия состоит из нескольких сот этапов, практически для работников планового отдела невозможно. Ведь они еле справляются с объемными расчетами. И снова информационный барьер! Известен правильный метод, а пользоваться приходится неправильным потому, что только он доступен.

А вот с помощью ЭВМ можно планировать и календарными методами!

И так почти все и делают. Досконально изучив современные методы, выбирают наиболее подходящий для своих производственных условий, затем составляют программы расчета по этому методу на ЭВМ и планируют по-новому.

Но есть и исключения. Приходится сталкиваться со случаями, когда просто берут старые, балансовые методы и составляют программы расчета по ним. Вроде и планируют «по-новому» (ведь считает-то ЭВМ), а если глубже разобраться, то «эффект» почти тот же, что и в приведенном примере, — ведь методы-то планирования слишком грубы!

Почему же, имея под руками ЭВМ, не пользоваться более точными, пусть и более трудоемкими, методами? В основном эти случаи происходят из-за элементарной неграмотности, иногда из-за глупости с инициативой: учиться не хочется и, как у И. Ильфа и Е. Петрова, вместо автомобиля стряпают свою самоходную телегу, которая фордыбачит по буеракам.

Поэтому сейчас уже на институтской скамье учат: основной принцип создания АСУ — принцип новых задач. Он гласит, что при автоматизации не следует просто переводить на ЭВМ уже сложившиеся методы управления, а необходимо пересматривать эти методы в соответствии с теми огромными возможностями, которые представляет новая вычислительная техника.

В свете рассуждений об информационном барьере этот принцип означает следующее: когда автоматизируется та или иная функция управления, не следует стремиться только к высвобождению людей и к замене их труда машинным, как это происходит при автоматизации производства. Необходимо сначала проанализировать, какие беспорядки в управление внес информационный барьер, что уже потеряно и продолжает теряться. И, исходя из этого анализа, намечать новые задачи управления и новые методы решения. Правда, на самом деле чаще всего это старые задачи, которые за неимением достаточного количества людей не решались либо решались, но плохими, примитивными методами. А при автоматизации эти-то задачи никак не должны быть забыты.

Таков принцип новых задач или, если хотите, прин-

ции старых задач! (Только не стоит рассматривать его как подтверждение житейского принципа, что все но- — это хорошо забытое старое.)

Итак, принцип новых задач — доминирующий принцип создания АСУ, действие которого распространяется еще на одну функцию управления — учет. И хотя он в меньшей степени подвергся разрушительному влиянию информационного барьера, чем другие функции управления, тем не менее и ему досталось. В частности, существенно уменьшилась частота учета и укрупнились единицы. Например, учет выполнения планов рабочими теперь уже проводится не ежедневно, а два раза в месяц: реже нельзя, ведь надо начислять зарплату. Выполнение плана цехом учитывается не по операциям, а по готовым деталям, иногда комплектам деталей. Текущая успеваемость студентов не учитывается — оцениваются только результаты сессии. И так везде. При внедрении АСУ, конечно, в первую очередь учет детализируется, становится более частым. И автоматизация его с объективно необходимыми частотой и подробностью приносит значительный эффект.

Почему прежде всего берутся за учет? Да ведь учет это и есть чистейшей воды рутинная задача: рядовая, необходимая, без творчества, с готовыми, отшлифованными десятилетиями алгоритмами.

Вот почему в 1967 году в одном из проспектов выставки «Средства связи США», которая проходила Москве, было написано: «В настоящее время в США профессии бухгалтера больше не существует. Автоматизирована на 100 процентов». А бухгалтерский учет, как известно, наиболее трудоемкий вид учета.

Вот почему все первые АСУ и в нашей стране, и за рубежом — это почти сплошь «учетные» АСУ Вот почему возникает опасность появления вывода, что АСУ — это учет. Опасность тем более реальная, что автоматизировать прочие функции управления: планирование, анализ, регулирование — значит исследовать их, создавать алгоритмы; а это дело, в общем, дорогое и хлопотное. Не лучше ли обойтись без него?

Но неумолимая логика развития, приведшая к информационному барьеру, диктует: автоматизацией только традиционных рутинных задач коренного улучшения в управлении не добиться! Надо автоматизировать все управление в комплексе. Да и наука управ-

ления подросла. Появились новые методы, алгоритмы.

И вот результаты. Та же американская фирма ИБМ, которая производит почти половину ЭВМ в мире, в 60-х годах прокламировала учетные АСУ, а в 70-х годах продает CAPOSS — автоматизированную систему планирования на базе своих машин.

И везде: и у нас и за рубежом — проходит «мода» на «учетные» АСУ и входят в обиход автоматизированные системы управления в полном смысле этих слов.

— Да, интересен этот «принцип новых задач», которые оказываются старыми. Наверное, и остальные принципы преподносят сюрпризы?

— Пожалуй, да. Особенно большие неожиданности они преподносят самим разработчикам принципов.

Первым шагом в разработке любой системы является установление принципов, на которых она будет базироваться. Сформулированные заранее, они отражают в основном то, чему учили разработчика, и тот опыт, который он накопил за жизнь. В процессе проектирования и особенно внедрения системы принципы эти коренным образом меняются часто на противоположные.

Так, со времени Ф. Тейлора ведущий принцип организации производства был таков: обращай особое внимание на так называемые «узкие места» производства, которые сдерживают рост общей производительности.

Принцип узких мест получил очень широкое распространение в организации производства. Он породил целый ряд методов управления: планирование по узким местам, диспетчирование узких мест и пр., которые были для своего времени довольно прогрессивными. Его триумфальному шествию не помешало даже обилие ситуаций, когда расширение одного узкого места приводило к появлению другого.

Благодаря своей привлекательной, но мнимой очевидности, он совершенно естественно занял место в строю основных принципов создания АСУ. Он гласил, что сначала надо определять узкие места управления и автоматизировать их.

Но первые же попытки создавать АСУ по принципу узких мест окончились неудачей. И неудивительно: ведь практически вся традиционная система управления представляет собой сплошное узкое место, и автоматизация отдельного ее участка эффекта не даст! Так что пришлось почтенный принцип пересмотреть.

Принцип «расшивки узких мест» эволюционировал и был преобразован в принцип комплексного (системного) подхода. Он гласит, что проектирование АСУ должно основываться на полном анализе объекта и системы управления. При этом должен быть вскрыт весь комплекс вопросов, которые необходимо решить, чтобы система управления соответствовала уровню развития объекта. Это должны быть и технические, и экономические, и организационные вопросы. Лишь после такого системного анализа определяется



степень и этапность автоматизации решения задач управления.

Такая же участь постигла другой принцип — принцип типизации проектных решений. Элементарная логика подсказывает, что разработку такого дорогостоящего объекта, как автоматизированная система управления, которая включает комплекс техники, набор программ для ЭВМ и многое другое, вести для одного предприятия нецелесообразно. В наш век типизации, унификации, стандартизации просто немыслимо, чтобы такой принцип не стал одним из основных. И он им стал под названием принцип максимальной типизации. Однако максимальная типизация в созда-

нии АСУ не оказалась такой эффективной, как, например, максимальная типизация в пошиве одежды. Не всегда типовые АСУ подходили предприятиям «по размеру или по фасону». Слишком индивидуальны характеры производства, и, как следствие, предприятия нуждались в соответствующих им системах управления. В результате принцип максимальной типизации потерпел провал.

В некоторых местах это привело к другой крайности: каждый сам стал себе разрабатывать АСУ, по собственному «размеру и фасону». Я пью пусть из маленького, но из своего стакана, говорят французы. Такой подход при отсутствии на заводах кадров достаточной квалификации приводил к довольно убогим результатам.

А как же с типизацией?

Известно, что истина не всегда лежит между крайними точками зрения — там лежит обычно проблема, а истина может находиться и где-то вне этого отрезка. Пока ее ищут, принцип несколько поубавил гордости и в основополагающих теоретических работах стал именоваться принципом максимальной разумной типизации; что-то вроде «умеренного прогресса в рамках законности», по Я. Гашеку; дескать, типизируй максимально, да гляди не перетипизируй. На практике же это означает, что ретивые «типизаторы» несколько сбавили требования и предлагают в проектах автоматизировать действительно типовые участки управления.

С другой стороны, «индивидуалисты», столкнувшись с тем, что их слабенькие асушки не дают должного эффекта, начинают доброжелательнее относиться к типовым решениям. Окончательная же редакция принципа, по-видимому, еще впереди.

Один из основных принципов создания АСУ, который можно считать полностью сформулированным, — это принцип первого руководителя. Вот как проявляется его действие.

На одном заводе, где создание АСУ велось с начала 60-х годов, были достигнуты значительные успехи. Было внедрено несколько ее подсистем, годовой экономический эффект превышал миллион рублей. Энергичный молодой директор, заинтересованный в автоматизации управления, учился на курсах повышения квалификации руководящих работников управления. Сам

утверждал проекты, еженедельно проводил оперативные совещания о ходе работ. Завод богател, все время расширялся парк машин.

Но вот директора переводят на другую работу, и его место занимает главный инженер, ранее в создании АСУ не участвовавший. Не интересуясь системой, он доверяет руководство ею заместителю. И сразу все начало идти вкривь и вкось... Планы внедрения перестали выполняться. Работники аппарата управления, ранее охотно помогавшие новому делу, вдруг вспомнили, что у них своих забот по горло. Любая заминка в ходе внедрения превращается в проблему. Деньги на приобретение техники выискиваются годами... Все это следствия недостаточно серьезного отношения к принципу «первого руководителя», без учета которого создание АСУ невозможно. Формулировка принципа ясна — необходимо, чтобы разработка и внедрение АСУ находились под непосредственным руководством первого руководителя соответствующего предприятия.

Немаловажную роль играет и образовательный уровень. Легко сказать, применяй математические методы и вычислительную технику! Чтобы их применять, надо знать, а чтобы знать, как известно, надо учиться. Речь идет не о легкой информации, которую можно схватить за месяц не очень ответственного повышения квалификации на курсах, а о фундаментальных знаниях. А что делать с экономистами, которые, кроме арифметики, другой математики не знают? Не увольнять же их!

И пока соответствующая наука еще находится в стадии становления, а дело не ждет, надо шире использовать принцип «первого руководителя». Главный руководитель предприятия, учреждения, системы должен поддержать личным примером прогрессивные изменения в способе управления. И должен учить этому своих сотрудников.

И еще один принцип, который нельзя не упомянуть. Это принцип непрерывного развития системы. Он гласит, что необходимость развития должна быть заложена в самой системе. Надо, чтобы в ней все время находило отражение развитие экономики, техники, науки, появление новых задач. Иначе может возникнуть новый информационный барьер и, как следствие, необходимость новой болезненной ломки сложившегося аппарата управления.

Интересно, что все эти «технические» принципы разработки АСУ были созданы трудами как советских; так и западных ученых.

Внедрение автоматизированных систем управления у нас и за рубежом идет почти в параллель, и причину этого явления довольно легко понять. Ведь научно-технический прогресс ставит перед учеными разных стран сходные задачи, а при современном уровне обмена информацией для их решения применяются одни и те же методы. Так что неудивительно, что и на Западе, подобно моде, распространились разнообразные системы управления, применяющие ЭВМ. По поводу их названия, как это часто бывает, пока не пришли к единому мнению. Одни называют их «управляющими системами», другие «информационно-управляющими», третьи — «информационно-советующими» и т. д. Но ведь не в названии дело. По сути все они предназначены для того же, что и наши АСУ, и строятся по тем же принципам.

Такое сходство, однако, не следует понимать слишком уж широко. Не надо забывать, что в то время как и в капиталистической и социалистической хозяйственных системах АСУ применяются для повышения производительности управленческого труда, капиталистическая система в конечном счете использует это достижение науки для усиления эксплуатации трудящихся и для выжимания новых прибылей.

В социалистической же системе повышение производительности труда ведет к дальнейшему росту народного благосостояния.

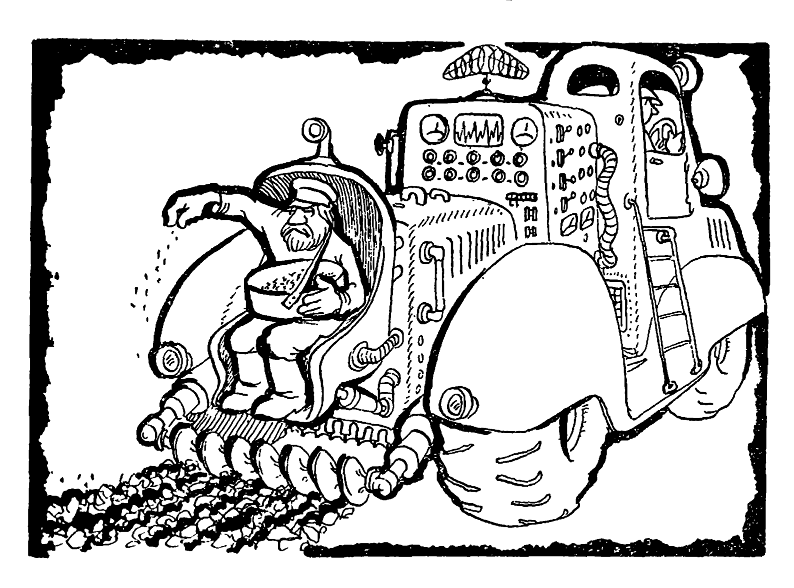
Это различие совсем не означает, что достижения западных ученых надо игнорировать. Ведь писал В. И. Ленин о тейлоризме, что необходимо его использовать, отделяя «утонченное зверство буржуазной эксплуатации» от «ряда научных завоеваний в области организации труда». Вот так и в процессе разработки основных принципов создания АСУ был учтен и западный опыт автоматизации управления.

— Автоматизированными системами управления сейчас называют очень многое. Здесь и системы управления химической реакцией, и системы наведения ракет на цель. А это ведь давно известные системы автоматического регулирования!

— Действительно, системы автоматического регули-

рования имеют свою историю, но с какого-то времени она стала историей автоматизированных систем управления.

Автоматическая и автоматизированная системы очень сходны. Всякая система управления в основном решает три задачи: сбор и передачу информации об управляемом объекте, переработку ее и выдачу управляющих воздействий. Как в автоматической, так и в автоматизированной системе управления все три этапа автоматизированы. Только в автоматической системе после запуска ее человек уже не принимает участия в работе, а в автоматизированной он продолжает участвовать. Вот пример с наведением ракеты на цель.



На экране радиолокатора ясно виден вражеский самолет. Нажата кнопка «Пуск», и ракета мчится к цели. Аппаратура автоматического наведения сравнивает сигналы цели и ракеты, анализирует скорость и направление цели и ракеты и вырабатывает управляющие сигналы для ракеты — сопровождает цель. И вдруг вместо одной отметки о цели на экране появляются две. Оператор понимает, что самолет противника создает радиолокационную помеху: летчик выбросил облачко легких волокон, отражение от которых на экране радио-

локатора дает такой же сигнал, как и от самолета. Как поступит система автоматического наведения, для которой цель — любой предмет, отражающий сигнал радиолокатора? В этой ситуации она беспомощна. И только оператор может спасти положение, решив, где цель, и направить систему на ее сопровождение.

Автоматические системы управления эффективны, когда необходимо регулировать небольшое количество параметров управляемого объекта в заданных пределах, и известно, что ничего неожиданного с объектом не произойдет. Но чем сложнее технология, тем больше неожиданностей, с которыми автоматические системы управления перестают справляться. Тогда в их работу вмешивается человек и системы становятся автоматизированными.

Создать алгоритмы поведения системы на все случаи жизни невозможно. Да если бы и было возможно, это привело бы к тому, что она стала бы громоздкой и ненадежной. Гораздо выгодней и надежней оставить в ней человека.

Можно взглянуть на эту проблему с другой стороны: а надо ли исключать человека? Всякое управление — ракетой ли, технологическим ли процессом, или экспериментом — включает два элемента: творческий и рутинный, для которого можно создать алгоритм. Если есть объект, управление которым целиком состоит из рутинной работы — здесь простор для применения автоматических систем управления! К сожалению, таких объектов очень мало. В остальных случаях приходится, автоматизируя рутинную работу, творческую часть оставлять человеку. Что именно?

Во-первых, постановку и корректировку целей и критериев управления, которые, конечно, в процессе работы могут меняться. Во-вторых, внесение творческого элемента в поиск наилучших путей достижения цели. В-третьих, устранение непредвиденных препятствий и нарушений. И наконец, в-четвертых, постоянное совершенствование системы — процесс, который, по-видимому, никогда не удастся алгоритмизировать.

Итак, путаницы между автоматическими и автоматизированными системами управления нет. С одной стороны, усложнение производства привело к созданию АСУП — автоматизированных систем управления производством (предприятиями, объединениями).

С другой стороны, в различных сферах человеческой деятельности давно, задолго до появления термина «автоматизированная система управления» применялись автоматические регуляторы.

В частности, они широко использовались и в производстве для управления технологическими процессами, например в домне, в химическом реакторе, в автоматической линии. Эти регуляторы тоже усложнялись, развивались новые методы регулирования, наконец, для регулирования стали использовать ЭВМ, допускающую и оперативное вмешательство людей в процесс управления. Так постепенно регулятор вырос в автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП). В результате возникли два разных ти- АСУ человеческими коллективами и технологическими процессами. Как пойдет дальше их развитие?

Имеется определенная тенденция к слиянию этих двух типов. Так, известно, что на предприятиях все более широко применяются станки с числовым программным управлением, когда программа обработки детали аписана на магнитную ленту и автоматически управляет работой станка. Сегодняшняя тенденция развития программно-управляемой технологии состоит в автоматизации подготовки программ на ЭВМ. Следующий шаг совместном применении ЭВМ и станков с программным управлением будет состоять в подготовке программ рамках АСУП, когда плановое задание, выработанна ЭВМ, сразу же будет передаваться для подготовки производства.

Одна из функций АСУП будет состоять в обеспечении (комплектации) планового задания программами для станков с программным управлением. Комплектация будет заключаться в подборе в соответствующей специальной библиотеке имеющихся готовых программ и в автоматизированной разработке недостающих.

Но такое слияние — дело прогнозируемого будущего, а пока отдельно существуют как АСУТП, так и АСУП, которые в основном и называются просто АСУ.

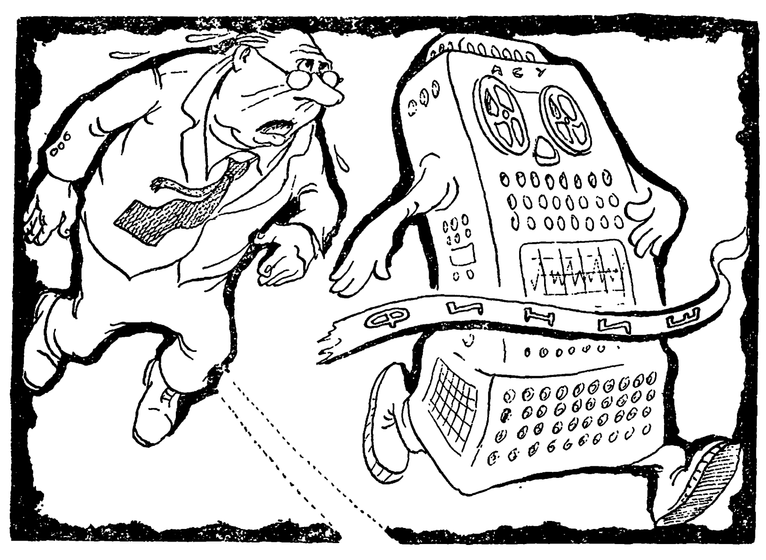
В настоящее время создание их ведется практически на всех уровнях народного хозяйства: на предприятиях, в отраслях, в экономических районах, в республиках. Начинаются разработки общегосударственной автоматизированной системы управления, для которой академик В. Глушков ввел название ОГАС.

— Теперь, кажется, пришло время окончательно пояснить, что же такое АСУ, и дать определение. А то получается какая-то путаница из принципов, математики, организации, ЭВМ.

— Путаницы, в общем, никакой нет. АСУ, как всякое понятие, многогранно.

Сегодня на тысячах предприятий одни разработчики приступают к созданию АСУ, другие полным ходом внедряют ее, а третьи завершают работу. И им всем необходимо знать, то ли они делают. Кроме того, государственные комиссии по приемке АСУ так же должны иметь четкий критерий готовности АСУ.

Конечно, и разработчики, и члены Государственной комиссии по приемке — люди знающие, они все профессионалы, и каждый представляет себе, что такое АСУ. Но это представление субъективно. А чтобы направлять



деятельность коллектива разработчиков, чтобы оценивать системы и решать возникающие споры, необходимо объективное и, более того, конструктивное определение. Не зря вопрос определения АСУ до сих пор вызывает много жарких дискуссий. Не зря по этому поводу появился даже ГОСТ (государственный стандарт), определяющий АСУ.

Итак, что же такое АСУ?

Заглянем в ОРММ. (Этими буквами зашифровано звание основного документа, предписывающего, как давать АСУ предприятием.) Полностью название звучит так: «Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию АСУП». Документ этот — объемистая книга — чрезвычайно популярен в среде разработчиков АСУП (асупчиков, как в шутку они себя называют).

В первом его выпуске утверждается, что «автоматизированная система управления предприятием (АСУП) представляет собой систему управления с применением современных автоматических средств обработки данных (ЭВМ, устройств накопления, регистрации, отображения и др.) и экономико-математических методов для решения основных задач управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия».

Это определение, утвержденное Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике, утряслось лишь к 1971 году и, безусловно, отражало уровень развития асуповской науки к тому времени. Само определение и общие задачи автоматизированных систем управления сформулированы в основополагающих работах академиков Н. Федоренко и В. Глушкова и их учеников.

Привлекает внимание, с одной стороны, довольно четкий признак АСУП (АСУП — это ЭВМ плюс экономико-математические методы для решения задач управления), с другой стороны, расплывчатые слова «основных задач». Что значит «основных задач»? А неосновные на ЭВМ решать не надо? А где перечень основных задач управления или хотя бы критерий отличия основных задач от прочих?

К сожалению, эта расплывчатость имеет свои причины. Известно, что к 1970 году началась массовая разработка АСУП. Уже были ясны основные принципы и методы их создания. Уже поняли, насколько трудоемка эта работа. Уже начали недоумевать те энергичные плановики, которые, составив планы по созданию АСУП на год и на два, увидели, что подходят сроки сдачи систем, а сдавать нечего. В лучшем случае вместо обещанной системы приобретена ЭВМ, на которой решаются несколько простеньких задач управления. Выясняется, что всю АСУ сразу создать трудно. И встает вопрос: а где границы системы и какой мо-

мент надо считать моментом окончания ее создания? Хорошо, если все задачи управления решаются системой, а если некоторые не решаются — АСУ тогда это или нет? Вот почему появилось слово «основные» в определении АСУП.

Вместе с тем появляются, естественно, и трезвые деловые работы, в которых указывается, что автоматизация управления — процесс трудоемкий и длительный. Профессор Л. Модин, например, оценивает его в 500 человеко-лет, то есть 500 человек должны работать в течение года, или 50 человек — 10 лет. Ясно, что создавать сразу всю систему нецелесообразно. Необходимо, учитывая требования системного подхода, разбить ее на самостоятельные части — подсистемы и задачи, трудоемкость создания которых значительно меньше трудоемкости создания всей АСУ, и автоматизировать поэтапно, начиная с жизненно важных для предприятия подсистем. Вот почему ОРММ большое внимание уделяет разбивке АСУ на самостоятельные части.

Целесообразность такого подхода понятна каждому, кто интересуется экономикой. Действительно, если систему создавать 5 лет, то средства, вкладываемые в нее, 5 лет не будут давать отдачи, дохода. При поэтапном же подходе созданная за год подсистема сразу же начинает давать экономический эффект. Вот почему ОРММ делит АСУП на подсистемы: технико-экономического планирования, материально-технического снабжения, бухгалтерского учета и ряд других.

Расплывчатость понятия АСУП, заложенная в ОРММ, в последующем вызвала много недовольства в среде разработчиков, так как она затрудняла их работу. Почти всю последующую девятую пятилетку раздавались призывы уточнить это понятие. Проблема определения АСУП стояла на повестке дня. Как шутят ученые, проблемы важнее их решений: решения устаревают, проблемы остаются.

Положение с определением осложнилось еще тем, что в процессе создания АСУП четкая формула «АСУП — это ЭВМ плюс математика» вдруг стала отказывать. Слабость формулы проявилась уже в том, что она молчаливо подразумевает простую замену традиционного метода решения управленческой задачи машинно-математическим, в то время как внедрение АСУП означает коренное изменение системы управ-

ления в целом. Так первые попытки внедрить экономико-математический метод решения задачи вместо «традиционно-потолочного» натолкнулись на то, что уровень организации на некоторых предприятиях оказался недостаточным для реализации оптимального решения. Проще говоря, при беспорядках в организации производства даже оптимальное решение хозяйственной задачи никакого эффекта не дает.

Действительно, если цех работает в условиях, ну, скажем, плохого материально-технического снабжения, если заготовки, инструмент, материалы поступают несвоевременно, то само собой разумеется, что и план он выполняет еле-еле. Если в этих условиях цеху составить даже самый лучший план, то он и его не выполнит, и никакого эффекта от применения математических методов не будет.

Таким образом, одной из первых забот по внедрению оптимальных решений является «подтягивание» уровня организации производства до высоких современных требований. И, как следствие, в формуле: «АСУП — это ЭВМ плюс математика» появилась добавка «плюс организация». Ну а где хорошая организация, там и неплохие экономические показатели!

Установлено, что на одних приказах далеко не уедешь; их надо подкреплять эффективной системой материального стимулирования. Значит, надо и систему стимулирования строить так, чтобы работа по оптимальным планам была выгодна всем — от директора до рабочего. Надо решать и десятки других насущных экономических задач, чтобы предприятие могло эффективно функционировать в рамках новой системы управления. И, как следствие, появляется новый член к формуле АСУП: «плюс экономика». Получилось уже стройнее: «АСУ — это ЭВМ, плюс математика плюс организация плюс экономика».

Для эффективного управления необходимо иметь достаточное количество информации. Вот почему при разработке АСУП предусматривают создание АИС — автоматизированной информационной системы. Значит, «плюс информация».

Переход от математических методов к ЭВМ лежит через программирование. Следовательно, при внедрении АСУ необходимо создавать программы, с помощью которых ЭВМ будет осуществлять переработку информа-

ции. Поэтому в формуле АСУ появился новый член — «плюс программы».

Вообще надо сказать, что создатели АСУП, заглянув в традиционную систему управления, обнаружили в ней буквально авгиевы конюшни. Даже такой, казалось бы, простой вопрос, как язык управления, оказался в полнейшем беспорядке. Скажем, перечень изделий, которые предприятие выпускает, одни называют номенклатурой (от латинского nomenclatura — перечень имен), другие номенклатурным планом, третьи — производственной программой, четвертые — планом производства. И каждый автор отстаивает свой термин, приводя веские доводы в его пользу.

Ученые говорят, что существующие сейчас в экономической науке термины, как правило, неудачны. Однако они продолжают существовать, так как попытки заменить неудачные термины на удачные тем менее удачны, чем более неудачны заменяемые термины. Вот и употребляются для одного и того же понятия несколько разных названий, в науке о языках — лингвистике — они называются синонимами.

Еще хуже, когда одним названием обозначается несколько понятий. Таким словом, например, является «план». В каком только смысле оно не применяется! Слова, одинаково звучащие, но имеющие разное значение, называются омонимами.

Омонимы и синонимы чрезвычайно затрудняют общение людей с ЭВМ. Если человек по некоторым косвенным признакам, скажем по контексту, догадывается, какое понятие обозначено тем или иным словом, то для ЭВМ, которая «работает» по алгоритмам, это непосильная задача. Потребовалось вмешательство квалифицированных лингвистов, чтобы сдвинуть проблему упорядочения языка управления с места. И, как следствие, в формуле появилась новая приставка — «плюс лингвистика».

Есть еще одна проблема, с которой пришлось столкнуться разработчикам АСУ. Любой документ на предприятии должен быть подписан человеком, ответственным за его составление. Эта юридическая процедура целесообразна и, по-видимому, необходима. А кто несет ответственность за документ, составленный ЭВМ? Ясно, что привлечь ЭВМ к ответственности за ошибки нельзя. А то, что ЭВМ ошибаются, общеизвестно. Во-первых,

встречаются ошибки в программе — здесь, правда, вина на ЭВМ возводится понапрасну, так как это ошибка человека, составляющего программу. Во-вторых, не очень часто, но все же бывают сбои технических устройств, которые, однако, не приводят к остановке машины, но вносят в документы довольно много путаницы. Конечно, разработчики и обслуживающий персонал делают все возможное, чтобы устранить или, по крайней мере, фиксировать сбои, но полностью исключить это явление пока невозможно. А на кого возложить вину?

Кроме проблемы ответственности за документ, есть еще целый комплекс проблем, связанных с тем, что изменение способа управления означает и полный пересмотр правовых норм в системе управления.

Вот и появляются в числе создателей АСУ юристы, решающие проблемы, беспрецедентные в истории права.

И наконец, в процессе выяснения того, какие члены в формуле необходимы и как их использовать, родилась и развилась новая наука, предметом изучения которой являются не только системы управления, но и системы вообще. Эта наука настолько молода, что даже название у нее не устоялось. Ее называют и «системотехникой», и «теорией больших систем». Во всех этих названиях так или иначе присутствует слово «система». Системотехника изучает общие черты поведения различных систем. На этом пути она получила довольно значительные результаты, так что некоторые общие закономерности теории систем абсолютно необходимо использовать при создании АСУ А следовательно, необходим и такой член формулы АСУ, как «плюс системотехника».

Какие еще слагаемые должны стоять в формуле? На этот счет, конечно, мнений столько же, сколько умов, работающих над АСУ. Ясно только, что определение, данное в ОРММ, никого не могло удовлетворить. Бурные дебаты на научно-технических конференциях о том, что такое АСУ, привели к тому, что, во-первых, по этому поводу в 1974 году был принят ГОСТ, во-вторых, менее чем за пятилетие устаревшие ОРММ заменены новыми и стали достоянием истории.

В соответствии с ГОСТом, а следовательно, и ОРММ-2 автоматизированная система управления

предприятием определяется теперь как «...человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления предприятием...».

«Для создания АСУП используются средства общесистемного, организационно-экономического, технического, информационного, математического, программного, лингвистического и правового обеспечения».

«АСУП является системой, включающей взаимосвязанные подсистемы (элементы), выделенные по определенным признакам, обусловленным конкретными целями и (или) средствами управления».

Ну вот, теперь, кажется, все расставлено по своим местам, и специалисту должно быть ясно, что такое АСУ А неспециалисту, чтобы понять определение, надо знать побольше о том, что же это за средства общесистемного и прочего обеспечения. Кстати, возникает и вопрос, почему во всех материалах идет речь лишь про АСУ предприятия? А как же быть с АСУ более высоких уровней, скажем, с АСУ отраслевыми?

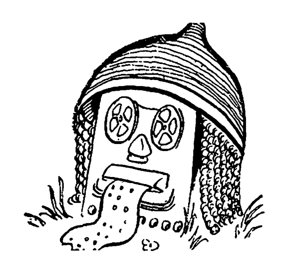
Дело в том, что в свое время возникла острая необходимость в методических разработках по созданию АСУП. Ведь предприятий тысячи, и на всех впервые стала производиться автоматизация управления. Отраслевые же АСУ создаются практически в индивидуальном порядке. А создание общегосударственной автоматизированной системы управления (ОГАС) вообще находится пока на самой ранней стадии. Так что здесь надобность в методическом руководстве менее остра, хотя тоже существует Однако в настоящее время и такое руководство уже разработано и уже учитывает накопленный значительный опыт предыдущих лет.

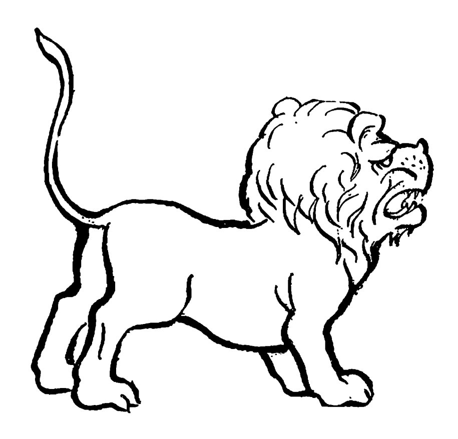
Современные ОРММ почти приведены в соответствие с нашими сегодняшними представлениями об АСУ, и можно продолжать успешное их создание. Правда, уже сейчас ясно, что очень скоро рамки этих новых ОРММ станут тесны. Ведь и теория и практика создания систем еще так молоды и так быстро развиваются, что смена представлений обгоняет движение согласовательных и издательских машин. И действительно, пятилетка качества предложила ввести в АСУ еще одну подсистему — управления качеством.

Итак, третью пятилетку мода на АСУ не проходит!



НОВЫЕ ЗАДАЧИ, НОВЫЕ МЕТОДЫ. ВСЕ НОВОЕ...





— Математика родилась давным-давно! Почему ею лишь сейчас, с появлением АСУ, заинтересовалась экономика?

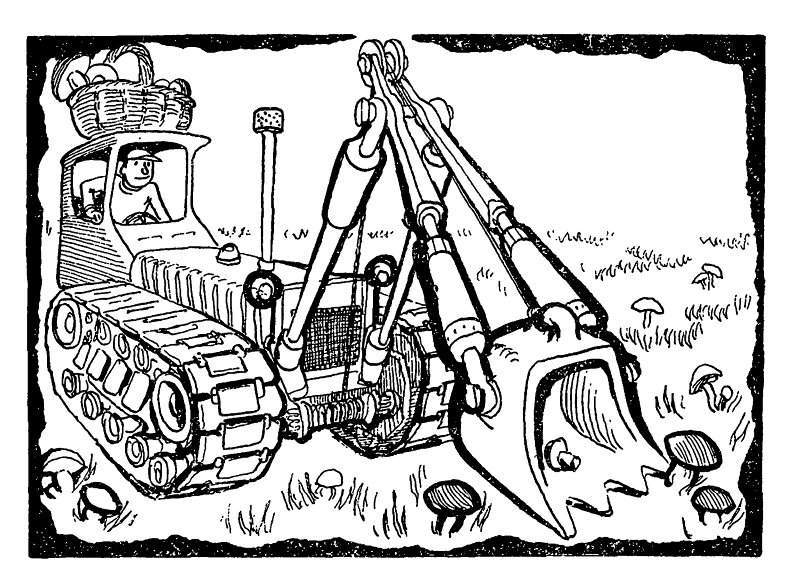
— Это в корне неверно.

Экономисты прошлого всегда высоко оценивали роль математики в развитии экономической науки.

Русский экономист В. Дмитриев, выпустивший в 1904 году книгу «Экономические очерки», предпослал ей такие эпиграфы:

«Никакое человеческое исследование не может называться настоящим знанием, если не прошло через математическое доказательство» *(Леонардо да Винчи)*.

«Я утверждаю, что во всяком естественнонаучном знании можно найти лишь столько действительной нау-



ки, сколько в ней можно найти математики» *(Иммануил Кант)*.

Известно мнение К. Маркса, который считал, что экономическая наука только тогда достигнет совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой. Ему

принадлежат одни из первых экономических исследований с помощью количественных методов.

С начала нашего века и вплоть до второй мировой войны было предпринято несколько попыток исследования экономических явлений с помощью математических методов. Однако настоящим толчком для массового ·дрения математики в экономику явилось изобрете- электронно-вычислительных машин.

Почему же математика так мало смогла сделать экономике без ЭВМ? Причина кроется в большой трудоемкости экономических расчетов. Как правило, все предлагаемые математические методы решения экономических и особенно управленческих задач требуют большого объема вычислений, а следовательно, без ЭВМ выполнить их стоит дорого. Известный же баланс, являющийся выражением экономической эффективности, гласит, что выигрыш, ожидаемый от применения нового метода решения, всегда должен быть больше затрат на само решение.

Можно возразить, что применение математики в технических расчетах не менее трудоемко, и все же перед войной во многих странах были созданы специальные организации, в которых сотни человек вели расчеты. С помощью обычных арифмометров по специальным программам решались дифференциальные уравнения высоких порядков, велись технические расчеты трудоемкостью в десятки человеко-лет.

Да, это так. Но технические расчеты производят обычно однократно. Рассчитали конструкцию изделия, и оно пошло в серийное производство и окупило все затраты. Экономические же расчеты приходится производить периодически. Так, месячный календарный план необходимо составлять каждому цеху на каждый месяц. А цеховые планы не единственные на предприятии, их много, и их многочисленность, естественно, не позволяла применять для их составления, для решения экономических задач, связанных с планированием, дорогие методы расчетов. Это и было одним из основных препятствий, которые не давали развиваться экономико-математической науке, науке о применении математических методов к решению экономических проблем.

А попытки были, и довольно серьезные... В конце 30-х годов молодой ленинградский ученый, ныне академик Л. Канторович предложил новый способ произ-

водственного планирования. Это было блестящее научное исследование даже по критериям нашего времени, и Л. Канторович в 1975 году был удостоен Нобелевской премии. Работа содержала и математическую модель большого класса экономических задач, и метод их решения, и необозримые горизонты применения метода в различных сферах экономики. Но решение задач было очень трудоемким. И это оказалось главной причиной, по которой метод не получил распространения и оставался известен лишь узкому кругу специалистов.

А через десяток лет, с появлением ЭВМ, когда начали открываться все более широкие горизонты их применения, американский ученый Дж. Данциг «переоткрыл» модель и метод решения Л. Канторовича и ввел его в науку под названием «линейное программирование». Кто сейчас не знает термина «линейное программирование»? Кто сейчас не знает, что оно неотделимо от ЭВМ?

Большинство математических методов решения экономических задач так же, как и линейное программирование, без ЭВМ не имеет смысла. Вот почему, говоря об экономико-математических методах, непременно прибавляют: «и ЭВМ».

Итак, в первую очередь применение ЭВМ и экономико-математических методов отличает АСУ от традиционной системы управления экономическим объектом.

Что такое ЭВМ и для чего они предназначены, теперь знают все. Удивительны все-таки темпы проникновения науки в нашу жизнь! Чуть больше четверти века прошло с момента появления этих машин, и вот программирование уже занимает место в школьных программах (правда, пока лишь в спецшколах). В метро два пятнадцатилетних знатока с ученым видом обсуждают достоинства алгоритмического языка «Фортран IV». И естественно, в салонном разговоре, где все стремятся «блеснуть воспитаньем», то и дело мелькает пижонское «компьютер», которое употребляют теперь даже те, кто никогда не работал на ЭВМ. (Те, кто работал, просто говорят — машина.)

С экономико-математическими методами дело обстоит значительно скромнее. Естественно, сфера применения их значительно уже, чем у ЭВМ, хотя, если очертить круг специальностей, которым они необходимы, несомненно, в него войдет большая часть специалистов,

занятых в народном хозяйстве. Тем не менее пока экономико-математические методы еще не проникли в широкие массы экономистов и работников аппарата управления, кстати, основных их «пользователей» («пользователь» — новое слово, по-видимому, родившееся вместе с ЭВМ и означающее человека или группу лиц, использующих ЭВМ или математическое обеспечение; в «Словаре русского языка» С. Ожегова этого слова, конечно, нет). Эти методы по-прежнему остаются достоянием «широкого круга математиков, инженеров, экономистов, принимающих участие в создании АСУ и студентов соответствующих специальностей». В кавычки заключена стандартная фраза из аннотаций к книгам по экономико-математическим методам. К сожалению, упомянутый там «широкий круг» лиц на самом деле очень узок, если его соотнести к тому кругу, которому эти методы действительно должны быть известны и полезны. Увы, так, наверное, будет до той поры, пока «студенты соответствующих специальностей» не займут рабочие места.

А пока в экономическую жизнь медленно, но все настойчивее проникают из математики на первый взгляд совершенно абстрактные понятия, без которых, как потом выясняется, невозможно работать.

Одним из таких понятий, несомненно, является «экстремум» и связанное с ним понятие «экстремальная задача».

«Мы действительно живем в эпоху прикладных наук», — не без удивления вынужден был констатировать А. Эйнштейн. Казалось бы, какое прикладное значение может иметь такое чисто математическое определение: «...точки, в которых функция принимает минимальное или максимальное значение, называются точками экстремума, или экстремальными точками»? Оказывается, может иметь! И даже большое!

В математике функцией называется зависимость между величинами. В экономике тоже. Производительность труда рабочего зависит от вооруженности его техникой. Если землекопу дать лопату, у него будет одна производительность труда, если его посадить на экскаватор — другая. Техническая вооруженность рабочего, в свою очередь, зависит от затрат на приобретение техники — экскаватор стоит дороже лопаты. Таким образом, производительность труда зависит от

затра́т на вооружение рабочего техникой, или, как говорят экономисты, от фондовооруженности.

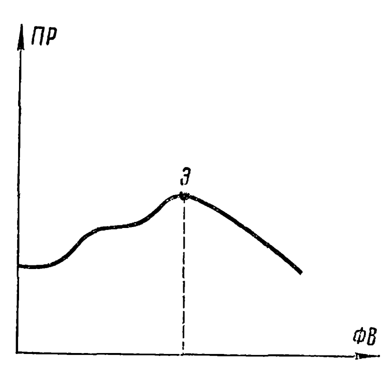
Представьте, читатель, что вы управляете некоторым землеройным предприятием и стремитесь увеличить его прибыль, то есть увеличить разницу между доходом и затратами на производство. Понятно, что прибыль зависит от фондовооруженности землекопов вашего предприятия. Математик бы сказал, что прибыль есть функция от фондовооруженности. Но как она зависит? На первый взгляд кажется довольно просто: чем больше фондовооруженность, тем больше прибыль. Поскольку принято функции — зависимости изображать в виде наглядных графиков, то такая зависимость упрощенно выглядит как прямая линия и в математике называется линейной.

Однако внимательный анализ зависимости показывает, что такой график неправильно отражает положение дел. Действительно, из него следует, что если фондовооруженность рабочих составляет 2 тысячи рублей, то прибыль будет в 2 раза больше, чем при фондовооруженности, равной тысяче рублей. Возможно, что такая зависимость где-то и существует, но не в вашем условном землеройном случае. У вас рабочему можно дать либо лопату, либо малую землеройную машину, либо большой экскаватор. Естественно, что в промежутке между этими случаями увеличение затрат на фондовооруженность к значительному увеличению прибыли не приводит. Более правильным будет эту зависимость изображать некоторой кривой, а не прямой линией, и поэтому называется она нелинейной.

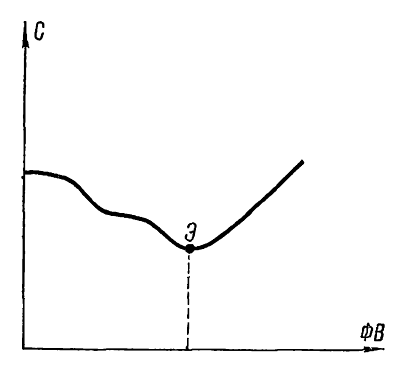
Кстати, на первый взгляд несколько странным кажется деление функций на линейные и нелинейные. Что вызвало выделение прямой линии из многообразия всех кривых? Ответ прост: если зависимость линейная, то очень просто решать всевозможные задачи. В этом случае решение получается автоматически: чем больше, тем лучше, если прямая линия идет слева вверх направо в системе координат, и, наоборот, чем меньше, тем лучше, если линия идет слева вниз направо.

Из приведенного случая следует: чем больше фондовооруженность, тем больше прибыль; значит, отпускай побольше денег на оборудование, и прибыль будет расти неограниченно высоко?! Однако если рабочему дать два экскаватора, его производительность труда ведь не уве-

личится! Работать-то он может лишь на одном! А в то же время затраты на производство вырастут. Это значит, что, начиная с некоторого момента, увеличение фондовооруженности ведет к снижению прибыли, как это показано на первом рисунке. Заметим, что это справедливо лишь для конкретного случая с данным экскаватором. Может быть, в недалеком будущем будет изобретена новая землеройная машина невиданной производительности, и ее приобретение даст новый скачок прибыли. А пока увеличение фондовооруженности после некоторой точки нецелесообразно. Точка эта, в которой зависимость прибыли (ПР) от фондовооруженности (ФВ) принимает свое максимальное значение, называется точкой экстремума исследуемой функции. На рисунке она обозначена буквой Э.



Аналогично, если бы исследовалась зависимость себестоимости единицы продукции землеройного предприятия от фондовооруженности, то есть во сколько обходится, скажем, вырытый кубометр грунта в зависимости от ФВ, то кривая выглядела бы так, как на втором рисунке, и тоже бы имела экстремальную точку Э, в которой себестоимость была бы минимальна.



Задачи, в которых необходимо найти точку экстремума, и само значение экономического параметра в точке экстремума называются экстремальными задачами.

Теперь понятно, почему экономисты так заинтересовались экстремумами и экстремальными задачами. Ведь смысл их деятельности заключается в каждоднев-

ном поиске решений, в которых достигается максимум продукции или минимум трудоемкости, максимум прибыли или минимум себестоимости, в общем, максимум результата или минимум затрат.

Это значит, что экономисты все время решают экстремальные задачи, иногда даже не подозревая об этом. Как известный мольеровский персонаж, не подозревавший, что всю жизнь говорил прозой!

Итак, первым важным понятием, которым математика вооружила экономику, является понятие экстремальности экономических задач.

В течение ряда лет под Ленинградом периодически работал семинар под названием «Экстремальные задачи управления», сокращенно ЭЗУ Этот семинар собирался по инициативе Ленинградского отделения Центрального экономико-математического института АН СССР. В его работе принимали участие экономисты и математики, энтузиасты плодотворного сотрудничества математики и экономики. В процессе работы семинара рассматривались и решались различные экстремальные задачи, возникающие в системе управления предприятием, необязательно при ее автоматизации. Сам дух семинара был экстремальным, и основной вывод его гласил: практически все задачи экономики и управления экстремальные!

— Идея экстремальности основных задач управления кажется настолько правильной, что не может вызвать возражений. Остается лишь сомнение в том, что экстремальных задач в управлении много.

— Не совсем понятно, откуда появилось это сомнение.

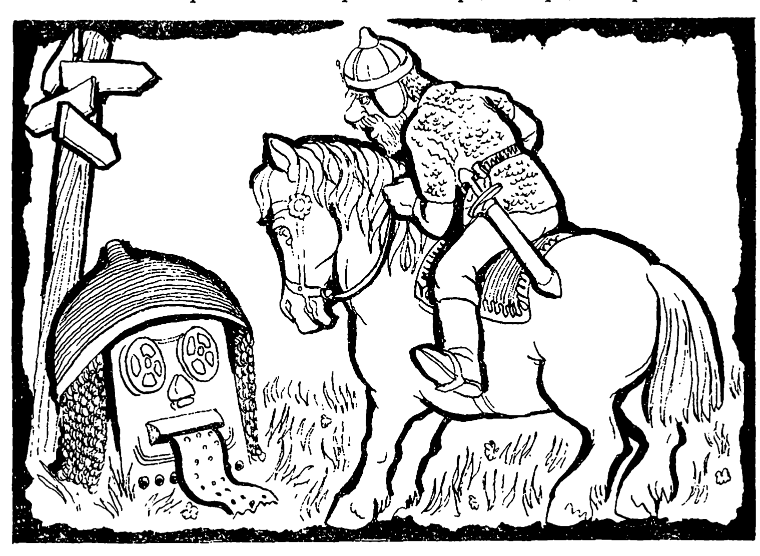
— А вот откуда. Чтобы выбрать решение, в котором достигается экстремум, их должно быть несколько. А какие могут быть варианты в рассмотренном выше примере с планированием запуска двух новых изделий, когда все считается по готовым формулам единственным способом?..

— Действительно, в нашем примере все считалось единственным способом по формулам, но это как раз такой пример, как не надо составлять план, ибо задачи планирования практически все многовариантны.

В экономике, пожалуй, нет слова, охватывающего большее количество понятий, чем слово «план».

План перевозок представляет собой перечень того,

что надо везти, откуда и куда, и каким транспортом; в то время как план предприятия по труду представляет собой оценку потребности в рабочей силе. План развития отрасли представляет собой перечень предприятий, подлежащих реконструкции, определение места строительства новых предприятий, установление будущих объемов производства, в то время как план материально-технического снабжения определяет оптимальные объемы и календарные сроки поставок необходимых материалов, энергии и пр., и пр., и пр.



Различны предметы планирования, различны периоды, на которые составляются планы, различны методы, используемые для составления плана.

Что же позволяет всю перечисленную и неперечисленную деятельность объединять единым словом «планирование»? Общим является составление прогноза развития экономической системы на некоторый промежуток времени. При составлении плана делается попытка предвидеть, как будет развиваться экономическая система в будущем, или скорее, как она должна развиваться, чтобы...

Вот это «чтобы» и есть основная трудность в планировании. Ведь любая система может развиваться по-разному, или, переводя на язык экстремальных задач,

имеет много вариантов развития. Из них при составлении плана надо выбрать один-единственный вариант, при котором развитие системы наилучшим образом обеспечивает нужды народного хозяйства.

Общая черта всех задач планирования — многовариантность их решения. Слишком много факторов может влиять на экономическую систему в будущем. Как выбрать тот единственный путь, который приведет к составлению успешного плана? Конечно, тут помогает знание общих закономерностей развития системы. Возьмем, например, долгосрочное планирование.

Жрецы Месопотамии открыли связь между положением созвездий и наводнениями в междуречье Тигра и Евфрата. Правильное предсказание наводнений обеспечило им огромное экономическое и политическое влияние.

Однако и из общих закономерностей можно делать различные выводы, в частности и неправильные. Известный американский фантаст Артур Кларк в своей книге «Черты будущего» описывает такие курьезы.

Американский астроном С. Ньюкомб в самом начале нашего века писал: «Все данные современной науки указывают на то, что никакие возможные сочетания известных веществ, известных типов машин и известных форм энергии не позволяют построить аппарат, практически пригодный для длительного полета человека в воздухе». В своих рассуждениях он опирался на аналогичное мнение таких гигантов-физиков, как Л. Эйлер, Дж. Стокс, Г Кирхгоф, Дж. Рэлей. Хотя соответствующие физические законы были уже известны, из них не было сделано правильного вывода. А в 1903 году во Франции братья У. и О. Райт осуществили свой успешный «антитеоретический» полет.

Другой пример. В 1956 году, за год до запуска первого искусственного спутника Земли, английский ученый Р. Вулли был назначен на пост королевского астронома. На вопрос журналистов о возможности космических полетов он ответил твердо и недвусмысленно: «Космические полеты — это совершеннейшая чепуха». И это после работ К. Циолковского, в эру бурного развития ракетной техники!

Забавно, что позднее Р. Вулли стал членом комитета, который консультирует английское правительство по проблемам исследования космоса.

Чтобы покончить с долгосрочным планированием, стоит рассмотреть еще один пример, показывающий, к каким результатам может привести одновариантный метод прогнозирования. Такой метод существует и называется экстраполяцией. Он заключается в анализе тенденций развития за прошедший период и в предположении, что такими же они и останутся в будущем. Так вот, если бы мы, скажем, в 1967 году проанализировали тенденции уменьшения длины женских юбок, допустим, с 1957 года и на основании этого составили прогноз на 1977 год, то результат получился бы ошеломляющим. И конечно, неправильным...

Конечно, можно высказываться и не так категорично и определенно. Нострадамус, астроном и самый известный предсказатель средневековья, выдавал свои прогнозы в виде непонятных иносказательных стихов. Смысл их настолько неясен, что допускает множество толкований. Скептики просто сомневаются, хотел ли он вообще заложить в них какую-нибудь информацию.

Вернувшись к современному состоянию прогностики, следует отметить, что вопросам прогнозирования и долгосрочного планирования в зарубежной и в нашей экономике уделяется чрезвычайно большое внимание. Разработано несколько методик составления долгосрочных прогнозов развития народного хозяйства и отдельных его отраслей, которые успешно применяются на практике. Все они решают вопросы прогнозирования как многовариантную задачу.

Итак, долгосрочное планирование многовариантно. Ну а что можно сказать о плане на более короткий период? Ведь его составляют на основании прогноза или долгосрочного плана! А это уже выбранный, наилучший вариант, и краткосрочный (текущий) является фактически просто планом реализации долгосрочного плана. Уж он-то, кажется, должен быть единственным?!

К сожалению, и это не так. Вариантов краткосрочного (текущего) плана тоже может быть очень много. В основном это происходит потому, что при составлении долгосрочного плана невозможно учесть все условия, и в нем вольно или невольно закладывается многовариантность краткосрочного плана.

Долгосрочный план балансирует производство и потребности по основным видам продукции. К примеру, объем производства цемента должен быть таким, что-

бы удовлетворить нужды строек страны. План же снабжения строек цементом решает более узкую задачу, но, оказывается, не менее многовариантную. Вот она.

Известны места, где цемент производится и в каком количестве. Известны места, где цемент потребляется и в каком количестве. Известны затраты на перевозку одной тонны цемента из каждого пункта производства в каждый пункт потребления (эти затраты зависят от расстояния и могут быть определены по транспортным тарифам). Это все дано. Требуется найти, сколько тонн цемента везти из каждого пункта производства в каждый пункт потребления. При этом хотелось бы так спланировать, чтобы суммарная стоимость перевозки, то есть народнохозяйственные затраты на перевозку, была бы минимальна. Откуда в этой задаче многовариантность?

Ну, во-первых, в Москву можно везти цемент и с Урала, и с Украины, и даже с Сахалина. А во-вторых, определив, откуда будет поступать цемент, надо решить, в каком количестве его надо оттуда везти. Значит, теоретически приходится перебрать все наборы чисел, сумма которых равна потребности. Каждый такой набор и есть вариант снабжения Москвы цементом. Перебрав их все, мы и обнаружим тот, в котором суммарная стоимость минимальна. Чтобы представить себе общее количество этих вариантов, необходимо привлечь такие числа-гиганты, по сравнению с которыми известное число зерен пшеницы, запрошенное себе изобретателем шахмат, просто карлик.

Вот почему некоторым не очень грамотным, но довольно решительным хозяйственникам гораздо проще забыть про многовариантность задачи и решать ее по какой-нибудь простой формуле, вроде «кто кого хочет, тот того и снабжает». В результате все быстро прикрепляются друг к другу, как в детской игре «найди пару», и Сахалину, например, может, ничего не останется, как везти свой цемент через всю страну в Калининград. Конечно, этот пример намеренно утрирован. Но многовариантное решение с помощью ЭВМ задачи транспортировки цемента только для самых крупных потребителей позволило стране сэкономить десятки миллионов рублей!

Вообще, решение почти любой экономической задачи подобно поискам адреса в большом городе, где

имеется очень много возможных путей достижения цели. Бывают, конечно, ситуации, когда путь один. Но это либо в случае, когда весь город — одна улица, либо слишком очевидны преимущества одного пути перед всеми остальными.

Возникает вопрос, а как ЭВМ решает задачу выбора одного варианта из такого большого множества? Неужели она перебирает все эти мириады вариантов и из них выбирает наилучший?

Конечно, нет. Машина, безусловно, считает быстро, но и ей эта задача не по плечу. Здесь ей на помощь приходят математические методы. Механизм работы математических методов, грубо говоря, таков. Они дают ЭВМ рецепт, или, как уже говорилось, алгоритм определения, какие варианты являются заведомо бесперспективными и не подлежат рассмотрению, а сразу же отбрасывается. ЭВМ так и поступает и рассматривает только перспективные. Чем больше вариантов метод позволяет заранее отбросить, тем он лучше, эффективнее.

Вот почему не только экономико-математические методы не могут быть использованы без ЭВМ, но и ЭВМ не может работать без экономико-математических методов!

Итак, при решении задачи ЭВМ из всех возможных вариантов решения выбирает один, на котором достигается экстремум функции полезности. Кстати, этот вариант решения в экономике называется оптимальным. Термин «оптимальный» более распространенный, чем «экстремальный». От него в экономико-математических работах пошло много производных терминов, таких, как «оптимизация», «методы оптимизации» (это методы решения экстремальных задач), «оптимизационные задачи». Слово «оптимум» является синонимом слова «экстремум», а «оптимальный» оказался синонимом слова «наилучший».

Естественно, неправильным является употребление выражений «более оптимальный», «наиболее оптимальный», «оптимальнее» и т. д., которое, к сожалению, часто встречается в экономической литературе.

Может создаться впечатление, что многовариантность есть свойство лишь макроэкономических задач, то есть народнохозяйственных задач всей страны, реже отрасли. Однако это не так.

Вот условная микрозадача. Допустим, что на произ-

водственном участке установлены два станка: токарный и шлифовальный — для изготовления двух разных деталей. Процесс изготовления каждой детали состоит в том, что сначала заготовку обтачивают, а затем шлифуют (естественно, что наоборот нельзя). Время обработки каждой детали в часах приведено в небольшой таблице 1.

№ детали	Вид обработки (в часах)	
	Обточка	Шлифование
1	3	2
2	1	2

Табл. 1.

Из разобранного ранее примера с производственным планированием известно, что в этом случае необходимо составить календарный план, который называется гант-картой. В гант-карте видна не только технология, то есть порядок изготовления деталей, но и тот факт, что на одном станке в каждый момент времени может находиться не более одной детали, факт, который обычно игнорирует объемный метод планирования.

Станок	Время						
	1	2	3	4	5	6	7
Токарный		№ 1		№ 2			
Шлифовальный				№ 1		№ 2	

Табл. 2.

Составляя гант-карту (табл. 2), предполагают, что сначала будет изготавливаться деталь № 1 на токарном станке (цифра над ленточкой — номер детали). Потом она перейдет на шлифование, а на токарном начнет обрабатываться деталь № 2. Шлифовальный же станок, отшлифовав деталь № 1, перейдет на обработку детали № 2 и завершит, таким образом, изготовление всего комплекта.

Из такого календарного плана видно, что длительность изготовления всего комплекта деталей — семь часов, а не четыре, как следует из балансовых методов планирования, и что при изготовлении комплекта каждый станок простаивает по три часа.

Однако при составлении плана вставал вопрос: почему запускалась в обработку сначала первая деталь, а затем вторая? Что, первая имеет какие-нибудь преимущества перед второй?

Оказывается, нет, такой порядок — дело простого случая. А поскольку никаких объективных причин для такого порядка обработки нет, то стоит рассмотреть и другой вариант, когда сначала обрабатывается деталь № 2. Он представлен на таблице 3 и показывает, что время изготовления комплекта деталей при такой последовательности сократилось до шести часов, а простои станков до двух часов. Может быть, существует третий, более выгодный порядок обработки? Нет, поскольку других вариантов запуска не имеется, следовательно, это неизбежные простои.

Станок	Время						
	1	2	3	4	5	6	7
Токарный	№ 2		№ 1				
Шлифовальный		№ 2			№ 1		

Табл. 3.

Можно обижаться на подобное планирование и заявлять: «Что же это за такой прогрессивный метод планирования, при котором из шести рабочих часов станки стоят по два часа, при этом еще утверждается, что простои эти неизбежны?» На это можно возразить: «Если вам подают кофе, не старайтесь найти в нем пива. И наоборот».

Наличие простоев не зависит от метода планирования. При данной производственной программе на данном участке лучше не спланируешь. А менять производственную программу в задачи метода не входит. Этим должен заниматься человек, плановик. Рассмотрев полученный календарный план, он может решить, что про-

стои станков неоправданно велики и следует на данный участок направить другие детали, которые лучше соответствуют производственным возможностям участка.

Вообще существует неверное представление, что методы оптимизации являются панацеей от всех бед. Это не так. Плохую организацию производства оптимальным планированием не изменишь. Оптимальное планирование может лишь заранее показать все дефекты организации производства и свести их влияние к минимуму. А это немало! Ведь без этих методов все недостатки всплыли бы в процессе выполнения плана, когда исправлять их уже поздно!

Методы оптимального планирования, вооружая плановика мощным орудием предвидения, фактически позволяют заранее обнаружить изъяны в организации производственного процесса и тем самым дают возможность принять действенные меры по их ликвидации.

В данном случае выбор между традиционными методами объемного или методами оптимального календарного планирования, конечно, решается в пользу вторых. В то время как объемный метод говорит, что вся работа будет выполнена за 4 часа (что неверно!), календарный не только показывает, что длительность будет больше и что неизбежны простои, но и указывает такой вариант запуска деталей, при котором общая длительность и простои будут минимальны.

Таким образом, ясно, что задача планирования работы участка хотя и микрозадача, но многовариантна. Принципиально она определяется различными последовательностями запуска деталей в производство. Для двух деталей это две последовательности (1; 2) — сначала деталь №1, затем №2 либо (2; 1), сначала деталь №2, затем №1. Для трех деталей последовательностей запуска уже будет больше: 123; 132; 213; 231; 312; 321.

Вообще всего порядков запуска будет ровно столько, сколько различных перестановок можно составить из номеров деталей. К примеру, из 10 деталей можно составить свыше трех с половиной миллионов различных перестановок, точнее:

$$1\cdot2\cdot3\cdot4\cdot5\cdot6\cdot7\cdot8\cdot9\cdot10 = 3\,628\,800 \text{ штук.}$$

Если тратить всего по 10 минут на составление календарного плана, соответствующего каждой из этих перестановок, то придется затратить около 70 лет. Даже

ЭВМ, «считающая» по 200 вариантов плана в секунду, должна будет работать более пяти часов.

А если деталей на участке не 10, а 100? Число вариантов плана в этом случае огромно: оно получится от перемножения всех чисел от 1 до 100.

$(1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot \ldots \cdot 98 \cdot 99 \cdot 100)$.

Чтобы не писать такое длинное произведение, в комбинаторике принято обозначение 10!; 100! и читается «деять факториал», «сто факториал». Полученное число во много-много раз больше всех известных чисел-гигантов, и, конечно же, составить такое количество вариантов плана невозможно. Для чего же тогда вводится понятие многовариантности решения экономической задачи? Не для того ли, чтобы убедиться, что решить ее невозможно?

Не стоит спешить с подобными выводами. Во-первых, многовариантности решения экономических задач сказано, чтобы исключить возможность случайного, неэффективного решения задачи теми, кто видит только один способ решения по закостеневшим формулам чуть не прошлого века.

Во-вторых, невозможность перебора всех вариантов еще не означает невозможность найти оптимальное решение. Тут приходят на помощь математические методы, которые, проанализировав задачу, исключают громадное количество бессмысленных вариантов, оставляя лишь очень немногие, разумность и реальность которых внушают доверие.

Иногда математический анализ позволяет сразу строить оптимальное решение. Допустим, на некоем условном участке изготавливается пять деталей. Времена их обработки приведены в таблице 4.

№ детали	Вид обработки (в часах)	
	Обточка	Шлифование
1	3	5
2	4	2
3	5	3
4	1	2
5	2	1

Табл. 4.

Проверьте, читатель, себя и попытайтесь за 10 минут выбрать из 120 ($1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$; или 5!) возможных вариантов оптимальное (читай — лучшее) решение. Ответ: оптимальная длительность изготовления всех пяти деталей — 16 часов. Если у вас это не получится, воспользуйтесь методом решения, который придумал американский математик С. Джонсон, проведя детальный математический анализ.

Его алгоритм следующий. Просмотрев все времена обработки, выбирают наименьшее. Если оно в первом столбце, деталь ставится в начало последовательности, если во втором столбце — в конец. Занеся номер детали в последовательность, вычеркивают ее времена из обоих столбцов; если встречаются одинаковые наименьшие времена, берут любое.

Теперь, чтобы определить оптимальную последовательность обработки, достаточно столько раз просмотреть список времен, сколько деталей на участке. А это значительно легче, чем перебирать все последовательности. В частности, в нашем примере достаточно пять раз просмотреть таблицу 4, чтобы определить, что детали необходимо обрабатывать в последовательности 4, 1, 3, 2, 5.

Теперь остался один вопрос: для всех ли экономических задач существуют математические методы, позволяющие столь эффективно увертываться от громоздкого и сложного перебора вариантов?

К сожалению, это трудный вопрос...

— Итак, многовариантность экономике дала математика.

— Точнее сказать, вернула, поскольку экономисты из-за сложности вычислений сначала пренебрегли ею, а потом просто «забыли». Теперь, когда им на помощь пришли ЭВМ и математические методы, они вспомнили и про многовариантность, и про поиски оптимальных решений.

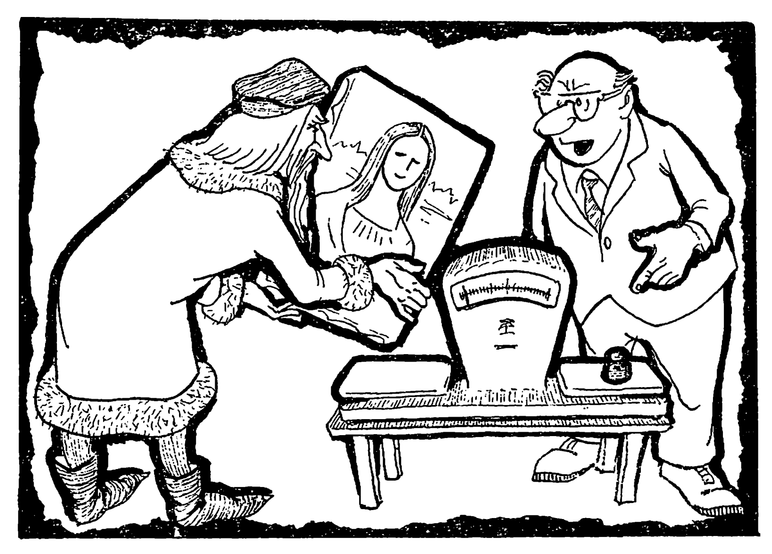
— Кстати, когда говорилось об оптимальности, то упоминалось про функцию, которая достигает экстремума. А откуда берутся эти функции в экономике?

— Они формируются на основании признака, по которому один из вариантов считается лучше другого. Признак этот называется критерием оптимальности.

Хотя сам критерий представляет собой строгое выражение зависимости, то есть некоторую формальную ве-

личину, тем не менее подходить к его выбору формально нельзя. В любой экономической ситуации он устанавливается лишь после тщательного, содержательного анализа задачи. А формализовать этот анализ, дать алгоритм выбора критерия, пока не представляется возможным.

И все же некоторые общие правила выбора критерия оптимальности для экономических задач сформулировать можно. Это не алгоритм, это лишь требования, которые предъявляются к критериям оптимальности в



экономике. Однако сам факт формулировки требований уже помогает предотвратить многие ошибки.

Первое требование к любому критерию оптимальности гласит, что он должен быть измеряемой величиной, то есть чтобы он был выражен количественно. Математически это означает, что критерий должен быть числовой функцией, а по существу, каждому варианту решения задачи должно быть приписано некоторое число.

В рассмотренной ранее задаче планирования работы производственного участка в качестве критерия была выбрана общая длительность изготовления деталей. Длительность изготовления — это число; для каждого варианта плана его можно точно определить и из всех

вариантов выбрать такой, для которого оно минимально. В этой задаче возможен и другой критерий, связанный с простоями оборудования. В первом из рассмотренных планов суммарное время простоев между операциями равно нулю, во втором — одному часу.

Возможна экономическая ситуация, когда второй план предпочтительнее первого. Допустим, что шлифовальный станок наиболее дефицитное оборудование. Тогда простой между операциями увеличивает рабочее время дефицитного станка и, естественно, крайне нежелателен. Понятно, что из всех вариантов плана надо выбрать такой, в котором минимум простоев между операциями.

Заметим, что первый критерий (длительность изготовления) не связан со вторым (простои станков) и даже иногда противоречит ему: в нашем примере по первому критерию оптимальным признается второй план, а по второму — первый. Но в этом нет ничего странного. Критерий — это лишь числовая характеристика экономической ситуации; меняется ситуация, меняется и критерий.

В рассмотренной раньше задаче о перевозке цемента в качестве критерия можно выбрать количество тонно-километров — произведение количества перевезенных тонн цемента на длину перевозки (выраженную в километрах).

А вот еще одна не совсем, правда, экономическая задача. Из десяти инженеров необходимо выбрать заведующего группой взамен ушедшего на пенсию. Естественный критерий — деловые качества. Но, к сожалению, говорить пока всерьез об измерении деловых качеств не приходится, поэтому в качестве критерия оптимизационной задачи они не подходят, и о решении этой задачи как экстремальной пока остается только мечтать. Правда, сейчас интенсивно разрабатываются методы перевода качественных показателей в количественные с помощью экспертных оценок, но до практической ценности их для решения подобных задач пока далеко: ведь экспертные оценки дают люди. А в таком деле, как назначение начальника, так много заинтересованных лиц, что легко и ошибиться. «Чины людьми даются, а люди могут обмануться», — говорил Чацкий.

В чем же смысл количественной оценки того иного параметра экономической ситуации?

Если есть несколько вариантов решения экономиче-

ской задачи, то возникает желание сравнить их с целью выбора наилучшего. И если количественная оценка каждого варианта дана, то наилучшим будет вариант с минимальным (если это оценка затрат) или с максимальным (если это оценка результатов) значением.

Следующее утверждение значительно менее очевидно: если для каждой пары вариантов можно указать, какой из них лучше, то возможна и количественная оценка. И тем не менее оно тоже справедливо.

Итак, если количественная оценка экономической ситуации дана, то для любых двух вариантов ее решения можно однозначно и правильно указать, который лучше, если же чисел нет — нельзя. Но можно с уверенностью утверждать, что данная экономическая ситуация в этом случае недостаточно изучена. Действительно, что еще может означать тот факт, что есть два варианта решения экономической задачи, но неизвестно, какой лучше? Возможно, лучше тот, в котором мы чего-то еще не знаем. Известный английский физик лорд Кельвин выразился более категорично: «Когда вы можете измерить то, о чем вы говорите, и выразить это в числах, вы что-то знаете об этом предмете. Когда же вы не можете выразить его в числах, ваше знание бедно и неудовлетворительно: оно, возможно, начало знания, но едва ли вы имеете в мыслях нечто близкое к уровню науки, каков бы ни был предмет исследования».

Правда, надо заметить, что желание измерить, оценить количественно в экономико-математических исследованиях иногда опережает возможности науки. Тогда количественные оценки, которые должны следовать за глубоким познанием качественных зависимостей, подменяются экспертной оценкой даже там, где экспертов не может быть просто в силу новизны или неисследованности ситуации. Эта страсть все иметь в числах, баллах, шкалах тонко подмечена в следующем высказывании: движение к измеримым, хотя и ложным, целям предпочтительнее продвижения к не поддающейся измерению и поэтому представляющейся сомнительной истине!

И тем не менее... критерий оптимальности в оптимизационной задаче должен быть измеряемой величиной!

Второе требование, предъявляемое к критерию оптимальности, еще более категоричное: в каждой задаче критерий оптимальности должен быть единственным!

Человеку, практически связанному с решением экономических задач, такое требование покажется немыслимым. Ведь он привык работать в ситуациях, которые характеризуются десятками показателей, и все их необходимо улучшать!

Возьмем самый главный план любого завода— техпромфинплан. Только в число показателей, утверждаемых министерством, входят и объем реализуемой продукции, и фонд зарплаты, и производительность труда, и прибыль, и рентабельность, и показатели качества, и еще многое другое. И конечно же, желательно, чтобы все эти показатели принимали оптимальное значение, то есть те, которые надо увеличивать, были возможно больше, а которые уменьшать — возможно меньше. Но, как было сказано, каждый показатель выражается числом, то есть может служить в качестве критерия. Вот и набирается добрый десяток критериев.

Чтобы разобраться в таком противоречии, надо рассмотреть ситуацию попроще. Есть всего три показателя: выпуск продукции, затраты ресурсов и качество. Можно ли все три показателя сразу принять в качестве критерия? Ясно, что нет. Ведь выпуск продукции связан с затратами ресурсов; можно даже сказать, что он прямо пропорционален им: выпуск будет тем большим, чем больше затраты. В этой ситуации требование увеличивать выпуск и одновременно уменьшать затраты так же логически бессмысленно, как требование выполнить директиву, § 1 которой требует увеличить выпуск, а § 2 требует уменьшить выпуск.

А есть ли выход из этой противоречивой ситуации? Есть, и даже два!

Если продукция предприятия для всего народного хозяйства является дефицитной, то надо добиваться максимального выпуска ее, не обращая внимания на затраты ресурсов. Здесь экономия не нужна. В этом случае критерий — максимум выпуска продукции, а на расход ресурсов лишь накладывается ограничение — тратить не более того, что есть на предприятии. Это условие называется ограничением задачи.

Другой вариант: пусть народному хозяйству страны требуется ровно столько продукции, выпускаемой предприятием, сколько задано ему планом (бывает и так!). В этом случае максимизировать выпуск бессмысленно, и, естественно, на передний план выступают заботы о

затратах, которые надо минимизировать (это критерий), а количество продукции должно быть плановым (это ограничение).

А как относиться к такому критерию, как качество? Может, достаточно повысить качество продукции, как на нее увеличится спрос, и второй вариант (плановый выпуск с минимизацией затрат) сведется к первому (увеличивай неограниченно выпуск до полного расхода ресурсов)?

Возможно, и так, но заметим, что повышение качества тоже связано с затратами. У качества изделия много показателей: внешний вид, надежность, долговечность и т. д. Объединяет их одно: улучшение каждого показателя вызывает дополнительные затраты. Но до какой степени можно улучшать качество и можно ли вопрос об уровне качества решить?

Рассказывают, что компания, прокладывавшая телефонно-телеграфный кабель через пролив Ла-Манш, заказала усилительную радиолампу сверхповышенной надежности. Разработка и создание этой лампы стоили 20 тысяч долларов, но компания пошла на затраты, так как по условиям контракта в случае отказа какого-либо устройства она должна была поднимать кабель и ремонтировать его. Аналогичные радиолампы обычной надежности у нас стоят менее полтинника, и вряд ли кто-нибудь захотел бы сменить ее в своем радиоприемнике на двадцатитысячедолларовую. В этом нет технической необходимости. А это и есть ограничение. И если изделие улучшается сверх этой необходимости, так сказать, изготовители добиваются качества ради качества ценой дополнительных затрат, это должно порицаться.

Не следует забывать, что, когда в новой пятилетке объявлялся поход за улучшение качества продукции, имелось в виду не беспредельное его повышение, а именно выход на технически обоснованные параметры, на уровень мировых стандартов!

Итак, в обоих рассмотренных случаях качество не может быть критерием при формировании плана: на него просто вводится дополнительное ограничение, оно не должно быть ниже заданного.

Стоит рассмотреть еще один довольно важный вопрос: за счет чего можно увеличить выпуск продукции при ограниченных затратах и за счет чего уменьшить затраты?

Ответ на него, естественно, может быть только один: за счет уменьшения себестоимости. Себестоимость, как известно, есть затраты на единицу произведенной продукции; это основное мерило эффективности производства. Следовательно, оба критерия — и выпуск, и затраты — эквивалентны уменьшению себестоимости продукции. В обоих случаях надо минимизировать себестоимость продукции. Только в первом — с ограничением на суммарные затраты, а во втором — с ограничением на выпуск.

Какие же выводы можно сделать из рассмотренной ситуации?

Во-первых, когда на заводских плакатах пишется: «Дать больше продукции, лучшего качества, с меньшими затратами!», то вовсе не ставится оптимизационная задача с тремя критериями. В этом случае администрация и общественные организации призывают свой коллектив работать так, чтобы вывести продукцию на уровень стандартов и снизить ее себестоимость.

Во-вторых, когда необходимо оптимизировать решение по многим критериям, внимательное изучение экономической ситуации, как правило, позволяет построить один критерий. Среди показателей, претендующих на то, чтобы быть критерием, выбирается один наиболее важный, а на остальные накладываются ограничения сверху или снизу в зависимости от смысла показателя. Выбор двух или более показателей в качестве критериев не имеет смысла, так как приводит к логической противоречивости задачи, следующей из противоречивости критериев.

Задача о перевозке цемента первоначально могла быть сформулирована так: «Максимально удовлетворить потребителей при минимуме затрат на перевозки». Однако после того, как Госплан сбалансировал производство цемента и потребность в нем, появились ограничения: все потребители должны быть удовлетворены, все поставщики должны распределить свой цемент. А в качестве критерия остались лишь затраты на перевозку. Так что критерий лишь один.

Аналогично обстоит дело и при формировании техпромфинплана — один из его показателей надо выбрать в качестве критерия, а на остальные наложить ограничения, благо сами величины ограничений «спускаются» из министерства.

На этом можно было бы и покончить с проблемой количества критериев в экстремальной экономической задаче, если бы мы походя не задели одну из самых сложных и животрепещущих проблем экономики предприятия. Это вопрос о том, который из показателей выбрать в качестве критерия?

Хотелось бы иметь один универсальный, наиболее полно характеризующий работу предприятия. Это было бы тем более ценно, что такой показатель позволял бы сравнивать работу различных предприятий. Но какой из перечисленных основных показателей мог бы выполнять такую функцию? Объем товарной продукции? Но мы уже убедились, что для народного хозяйства не всегда выгодно его максимизировать. Производительность труда? Но она, как мы видели, сильно зависит от фондовооруженности.

Наиболее реально в качестве такого показателя было бы выбрать прибыль — разность между ценой продукции и ее себестоимостью. Однако в нашей плановой системе цены устанавливаются государством централизованно. Кроме ряда явных преимуществ, такое ценообразование имеет и тот недостаток, что прибыль не может служить мерилом качества работы предприятия, поскольку зависит не только от работы предприятия (себестоимости), но и от того, какую цену утвердят центральные органы. Так что вопрос, какой из показателей выбрать в качестве критерия, приходится решать в каждом конкретном случае особо. Часто его решить так и не удается.

И тем не менее... критерий оптимальности в оптимизационной задаче должен быть единственным!

— Положение с назначением критерия оказывается довольно сложным. Нельзя ли в качестве такового брать, скажем, премию?

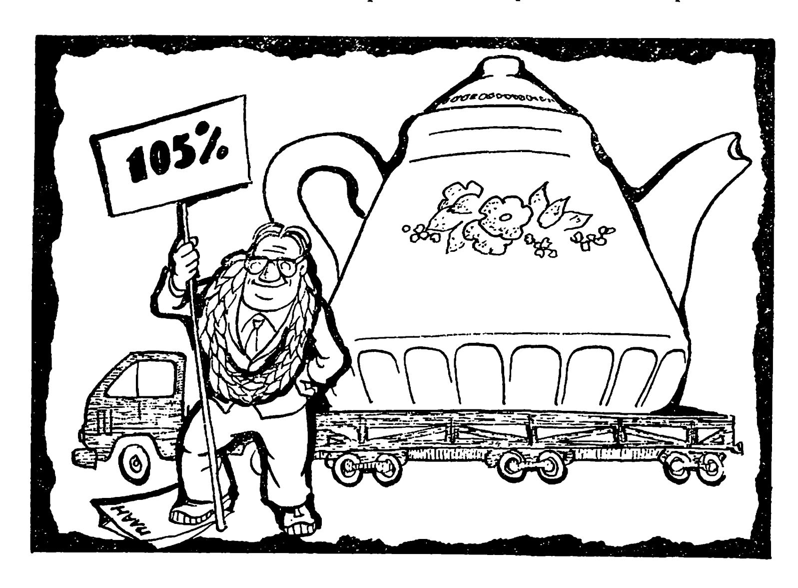
— Премия? Это неплохо.

Многие экономисты склоняются к тому, чтобы во всех экономических задачах выбрать один критерий — максимум премии. Во-первых, считают они, он числовой, во-вторых, единственный, то есть удовлетворяет всем требованиям, и, наконец, в-третьих, он имеет то преимущество перед остальными критериями, что на него ориентируются все исполнители как оптимальных, так и неоптимальных решений!

В одной из книг, где указаны эти требования, третье

сформулировано так: «...поскольку социалистическое хозяйство представляет собой единую систему с общей целью, надо, чтобы в любой частной задаче критерий оптимальности отражал эту общую цель».

На первый взгляд все просто. Наше социалистическое хозяйство имеет ясную цель, сформулированную в высших директивных документах, решениях партийных съездов и правительства. Эта цель — построение коммунистического общества, максимальное удовлетворение материальных и духовных потребностей советских людей. В «Основных направлениях развития народного



хозяйства СССР на 1976—1980 годы» записано: «Главная задача десятой пятилетки состоит в последовательном осуществлении курса Коммунистической партии на подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе динамичного и пропорционального развития общественного производства и повышения его эффективности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, всемерного улучшения качества работы во всех звеньях народного хозяйства». Так определена цель страны на десятую пятилетку.

Структура народного хозяйства тоже известна. Оно подразделяется на отрасли, возглавляемые министер-

ствами. Отрасли содержат предприятия и объединения. Предприятия состоят из цехов и участков. Последней, неделимой экономической единицей является рабочее место и, естественно, человек, который на нем работает. Необходимо сформулировать цели каждого звена, чтобы они совпали с целью всей системы. Не правда ли, просто?

Трудности начинаются с самого начала. Дело в том, что критерий народного хозяйства до сих пор, к сожалению, в виде единственного количественного показателя выразить не удалось. Его формулировка в настоящее время все еще находится в стадии разработки. Это большая задача макроэкономики. Многое в ней уже стало ясно. По крайней мере, установлено, что попытки найти или сконструировать единый показатель, характеризующий развитие народного хозяйства, — это чистейшей воды утопия. В результате выявилось первое несовершенство теории: первые два требования к критерию оптимальности (численность и единственность) не выполняются.

Трудности встречаются и при поиске методики разработки такого критерия для каждого элемента системы, который отражал бы общую цель народного хозяйства.

Общепринято, что для нижестоящего звена этот критерий всегда устанавливается сверху, формулируется звеном более высокого уровня. Предполагается, что это более высокое звено свою-то цель хорошо знает и для своих составляющих элементов формулирует цели так, что они либо совпадают, либо в крайнем случае отражают его собственную цель. Вот здесь-то и появляется на сцене премия.

Сформулировать цель для элемента более низкого уровня иерархии можно. Но чтобы он придерживался этой цели, ему за это надо платить премию, причем, чтобы точнее и активнее он следовал этой цели, тем больше должна быть премия.

Пусть цель некоторой системы известна. Как в виде функции сформулировать ее для составляющих элементов так, чтобы цели системы и элементов совпадали? Задача эта непростая, как может показаться на первый взгляд, и решить ее в общетеоретическом плане, в терминах «система — элемент», пока не удалось. Поэтому стоит попробовать получить решение хотя бы для

одной конкретной системы, например, для системы министерство — предприятие.

Цель отрасли (министерства) ясна: во-первых, выполнить народнохозяйственный план, во-вторых, повысить производительность труда отрасли за счет сверхпланового выпуска необходимых народному хозяйству изделий.

Обычно Госплан СССР задает отрасли перечень изделий с указанием количества каждого изделия, которое должно быть выпущено, — это первая задача. Кроме того, известно, какие из этих изделий являются дефицитными для всего народного хозяйства и по ним желательно план перевыполнить, — это вторая задача. Она не менее важна, чем первая, поскольку связана с ростом производительности труда — одного из основных показателей развития общества.

Исходя из своих задач, отрасль ставит аналогичную задачу предприятию: а) выполнить план по номенклатуре и количеству изделий, б) перевыполнить его по дефицитным изделиям.

Для оценки деятельности предприятия вводится ряд показателей, о которых уже говорилось. Допустим, что есть показатель работы предприятия, назовем его П, который характеризует все показатели. Система планирования в этом случае может быть построена очень просто. Пусть в текущем году предприятие достигло показателя П; на следующий год ему задается план, скажем, П+8%П, если намечаемый прирост производства отрасли равен 8 процентам. Такой подход к планированию называется «планированием от достигнутого».

Чтобы заставить предприятие достичь этой цели, планирование подкрепляется системой материального стимулирования. За выполнение П+8%П предприятию платится премия, а за каждый процент перевыполнения плана — дополнительная премия. Под премией подразумеваются отчисления в фонды материального поощрения, на социально-культурные мероприятия и прочие «пряники», а за невыполнение, естественно, «кнут», то есть, во-первых, никакой премии, во-вторых, всякие административные неприятности: выговоры, увольнения и освобождение от должности.

А нельзя ли обойтись без административных мер? Ведь все просто: выполнил и перевыполнил план — получай премию, не выполнил — нет премии!

На самом деле все сложнее. Чтобы предприятие получило максимальную премию (а в этом кровно заинтересовано каждое предприятие), ему надо из года в год перевыполнять план, то есть увеличивать объем производства не на плановые 8 процентов, а, допустим, на 10, и в результате за пятилетку выйти на уровень производства, значительно превышающий запланированный.

Однако не исключено, что найдется изворотливый недобросовестный директор, который захочет получить пятилетку еще большую премию. Обязательно ли для этого организовать еще более напряженную работу? Ничуть не бывало. Ему достаточно на первом году допустить срыв плана, не получить за это премии, но зато последующие годы легко добиваться перевыполнения плана даже на 15 процентов вместо запланированных 8, и за пять лет получить «пряников» больше, соседнее предприятие-труженик. Правда, в конце пятилетки завод не выйдет на установленный директивами уровень производства. Но что такому руководителю до этого!

Ясно, что в подобных случаях без административных санкций, которые должны подкреплять материально-пряничную систему стимулирования, не обойтись.

Описанный упрощенный пример не претендует на то, чтобы описать всю сложную систему взаимоотношений между министерством и предприятием. Он лишь иллюстрирует то, как нелегко эту систему правильно построить и сколь много там можно встретить подводных камней.

Интересно, что, когда этот пример был изложен слушателями курсов повышения квалификации работников управления, они ничуть не были поражены... «Подумаешь, удивил! — говорили они. — Сколько еще встречается директоров, которые, приходя на предприятие, в первый год стараются «завалить» дела как можно сильнее, кивая, естественно, на плохое старое руководство, зато потом какой простор для улучшения!»

Итак, согласование критериев отрасли и предприятия дело непростое. Ну а уровнем пониже, предприятия с цехом?

Их отношения строятся на основе системы внутризаводского стимулирования, которая разрабатывается самим предприятием.

Естественно, что собственная цель цеха также предельно проста — максимум премии. Следовательно, предприятие должно назначить цеху такой критерий работы, чтобы он старался работать как можно лучше, напряженнее и за это получать больше премии. Что же ему задается предприятием?

Обычно цеху задается месячная производственная программа. В ней указывается, во-первых, перечень деталей, которые надо изготовить, с указанием их количества (план по номенклатуре); во-вторых, план повышения производительности труда, которая характеризуется объемом выполненной работы в нормо-часах (о них уже говорилось).

Стимулировать только один показатель — это плохо. Пусть план цеха по номенклатуре 100 гаек и 100 винтов, а объем 1000 нормо-часов. Наилучший вариант, если цех за месяц сделает примерно 105 гаек и 105 винтов в объеме 1100 нормо-часов. Но допустим, что премию назначили только за перевыполнение объема. Тогда цех может сделать 220 гаек и ни одного винта, если гайки делать проще. План по объему при этом будет выполнен на 110 процентов, премию цех получит неплохую, а заводу от такой работы один вред, поскольку и винтов нет, и лишние гайки будут лежать мертвым грузом.

Если же премию назначать лишь за строгое выполнение плана по номенклатуре, то цех в лучшем случае выпустит 100 гаек и 100 винтов. Как его заставить сделать хоть на одно изделие больше? Кроме того, могут возникнуть казуистические вопросы, вроде — платить ли премию, если цех сделал 99 гаек и 101 винт?

Следовательно, работу цеха необходимо стимулировать по обоим показателям. Но как?

Попробуем систему поощрения построить так: будем увеличивать премию за перевыполнение плана по объему, но уменьшать ее (штраф) за каждую невыполненную позицию номенклатуры. Кажется, теперь получилось то, что надо. Однако такая система может привести к тому, что для покрытия штрафов по невыполненным позициям номенклатуры цех наделает столько ненужных деталей, что ими будут забиты все склады. Скажем, вместо винтов, которые ему упорно не хочется выпускать, он сделает 150 гаек и дополнительно еще 100 никому не нужных сейчас шайб из программы следующего квартала.

Здесь уместно сказать, что такое положение может сложиться не от того, что начальник цеха — человек злонамеренный и своекорыстный. Нет, он вполне деловой и против винтов лично ничего не имеет, но а) нормы на их изготовление значительно жестче, чем на гайки и шайбы, поэтому рабочие их делать не любят; б) инструмента для их изготовления не хватает; в) наверное, такое же положение в заготовительном цехе, потому что заготовки на гайки идут потоком, а на винты — со скрипом; г) и т. д. и т. п.

Конечно, когда из планово-диспетчерского отдела поступает эмоционально окрашенное распоряжение, тогда все появляется: и заготовки, и инструмент, и желание — не портить же с отделом отношения! А пока есть объективные причины увильнуть от этих проклятых винтов и при этом не потерять премии, то трудности можно спихнуть и на соседний цех, пусть помогают...

Что же можно сказать о системе стимулирования со штрафами? Оказывается, можно заштрафовать за невыполнение плана по номенклатуре так, что никаким увеличением объема премию не вытащишь, и тогда полностью теряется стимул к увеличению объема. А если перестимулируешь объем, то никто план по номенклатуре не будет выполнять. Тогда может быть принято иное решение: дать премию за перевыполнение объема и выговор за невыполнение плана по номенклатуре!

Итак, напрашивается вывод, что одно материальное стимулирование справиться с задачей согласования критериев разных уровней не в силах. А может быть, дело в несовершенстве системы стимулирования?

Вопрос этот остается пока открытым...

Теория согласования критериев, та самая теория, которая позарез нужна, в настоящее время находится еще в состоянии младенчества и, как положено младенцу, молчит или издает невразумительные звуки. А практика упорно строит новые системы внутризаводского хозрасчета, подбирает коэффициенты, вводит проценты... Время от времени в печати появляются сообщения о новой (самой лучшей!) системе стимулирования, которая в конечном итоге не обходится без выговора. Практика, как известно, без теории слепа!

И тем не менее необходимо, чтобы при решении любой частной задачи критерий оптимальности отражал общегосударственную цель!

— Создается впечатление, что, хотя почти на всех участках необъятного народного хозяйства экстремальные задачи решаются неоптимально, тем не менее эта огромная машина работает, а начни в ней ковыряться, экспериментировать — неизвестно, что получится. Может, лучше не трогать?

— Ваши возражения напоминают сомнения скептиков всех веков, которые считают, что от добра добра не ищут.

Наша экономическая машина работает сейчас успешно. Но и в этих условиях нам небезразлично, какой ценой достигается этот успех. Эффективность производства — вот один из основных лозунгов десятой пятилетки! А эффективность производства существенно зависит от эффективности управления. Прежде чем принимается какое-нибудь управленческое решение, необходим анализ соотношения «затраты — результаты». И если из него видно, что какие-то звенья производства функционируют недостаточно эффективно просто потому, что ими



неграмотно управляют, с этим мириться никак нельзя. Всеобщее движение за качество и эффективность должно вызвать глубокие сдвиги в качестве и эффективности управленческого труда. А это возможно только за счет

широкого внедрения оптимизационного подхода к задачам управления.

Что же касается экспериментов, которые вызывают опасение, то их просто не будет. Экономико-математическая наука предложила иной метод исследования — метод экономико-математического моделирования.

Модели вообще являются фундаментальнейшим научным инструментом и всегда использовались для проверки новых идей и особенно для выяснения количественных зависимостей. В том случае, когда в силу сложности, громоздкости или слишком большой стоимости эксперименты с реальными объектами вести невозможно или нецелесообразно, ученые прибегают к моделированию. «Не огорчайтесь, — гласит научная мудрость, — если построенная вами модель никуда не годится — это все равно самый дешевый способ строительства!»

Вообще моделирование означает получение и исследование сущности явления вне условий реальной действительности.

Слово «модель» в науке имеет несколько смысловых оттенков. И каждый из них занимает свое особое место в моделировании.

Во-первых, под моделью понимают физическую копию, чаще всего уменьшенную, реального объекта. Так, расчет конструкций самолета очень трудоемок и недостаточно точен. Для выяснения его поведения в движущемся потоке воздуха строят его уменьшенную физическую модель и исследуют ее в аэродинамической трубе. Иногда строят увеличенные копии объекта, например модель молекулы.

Во-вторых, со словом «модель» всегда связывают некоторую идеализацию действительности, представление, в котором отсутствуют некоторые детали, связи. Модель какого-нибудь человеческого органа, предназначенная для изучения его функциональных характеристик, необязательно сохраняет все особенности органа; в ней, как правило, отсутствует система кровоснабжения, нервная система либо еще что-нибудь.

Наконец, часто употребляемый глагол «моделировать» означает «определять результаты исследования с помощью модели». Он неразрывно связывает процесс построения модели с ее исследованием.

Долгое время в науке доминировали физические мо-

дели. Развилось даже два типа физического моделирования: это уже упоминавшееся построение «портретных» моделей (уменьшенная или увеличенная копия) и моделирование «по аналогии», в котором используются сходные свойства различных явлений. Скажем, некоторые свойства потока воды в трубах аналогичны свойствам «потока» электричества в проводах, так что изучать тот или иной поток жидкости можно успешно на электрической модели.

Математики предложили свою форму моделирования — «символическое», или математическое, моделирование. В математических моделях исследуемый процесс описывается с помощью символов, переменных величин и соотношений между ними — уравнений и равенств. Затем зависимости эти исследуются, а для получения конкретного результата в модель подставляют имеющиеся параметры реального объекта. Все оказалось просто и выгодно. Вместо дорогого эксперимента — составление нескольких уравнений и расчеты! Правда, оставшийся пустяк: как описать объект или процесс с помощью уравнений, — пока относится не к науке, а к искусству моделирования.

Естественно, что при изучении экономических явлений тоже прибегают к моделированию, так как эксперименты на реальных экономических объектах, как показала практика, чрезвычайно дорого обходятся народному хозяйству. Понятно также, что физическое моделирование в этом случае неэффективно: если мы даже построим модель завода, уменьшенную в тысячи раз, то это ничего не даст для изучения вопросов, связанных с планированием и управлением. Ведь сущность экономических проблем в основном лежит в отношениях между людьми, а их физически не смоделируешь. Поэтому в исследовании экономических процессов и используется экономико-математическое моделирование — математическое описание экономических процессов.

Экономико-математическая модель, как и прочие модели, должна быть некоторым приближенным отображением действительности. То, что модель не сама действительность, а ее приближенное отображение, не должно смущать — любая наука изучает именно приближенные отображения, а не саму действительность. Ч. Карр и Ч. Хоув, известные американские специалисты по экономико-математическим методам, в книге

«Количественные методы принятия решений в управлении и экономике» утверждают, что «действительность есть объект изучения для философов, но не для ученых». Я не уверен, что это их утверждение понравится адептам философской науки, но не об этом речь.

Если рассмотреть первую попавшую экономическую ситуацию, то бросится в глаза обилие взаимодействующих факторов и сложность связывающих их отношений. И чтобы получить какой-нибудь результат, либо сравнить несколько результатов, либо принять решение, необходимо упростить ситуацию и рассмотреть только основные соотношения и наиболее важные свойства изучаемого объекта. Такие упрощения являются одной из основных целей количественного анализа и в моделировании носят название идеализаций. Идеализация — это пренебрежение несущественными связями и свойствами объекта во имя отыскания эффективного решения. Как правило, она является первым шагом моделирования, когда необходимо для рассмотрения объекта отделить его существенные свойства от несущественных, и состоит в том, чтобы как можно больше свойств объявить несущественными и не включать их в модель, чтобы она получилась проще для исследования.

Но с упрощением надо быть осторожным. На этом пути можно перестараться и вместе с водой выплеснуть ребенка, то есть пренебречь каким-нибудь существенным свойством и не достичь необходимого эффекта от построения модели.

Теперь стоит подробнее остановиться на вопросе, какие цели преследуются при построении моделей.

Первая цель — простая, утилитарная — это оптимизация. Имеется некоторая экономическая ситуация, в которой необходимо выбрать один из многих возможных вариантов действия. В обычной обстановке этот вариант выбирается, исходя из опыта или из каких-нибудь «правдоподобных рассуждений». В случае же математической модели имеется возможность точно сформулировать существенные условия (их в моделировании называют ограничениями), определить критерий оптимальности, а математические методы и ЭВМ позволят найти оптимальный вариант.

Хорошим примером, иллюстрирующим целесообразность моделирования экономической ситуации, является составление плана перевозок какого-либо продукта.

Обычно он формируется на основании здравого смысла — везти к ближнему потребителю, исключить встречные перевозки и прочее. При моделировании же выбирается одна из разновидностей транспортной задачи, которая достаточно хорошо похожа на реальную ситуацию. Создается ее модель, и находится алгоритм ее решения. Он и дает оптимальный план перевозок.

Вторая цель моделирования более сложная. Она заключается в исследовании математической модели для того, чтобы определить, «как себя ведет» уже найденное оптимальное решение при изменении исходных данных. Известно, что в процессе выполнения плана, допустим, производственного участка возможны неполадки и поломки станков, отсутствие заготовок и инструмента и т. д., что приводит к увеличению времени выполнения операций. Очень важным является вопрос: как это увеличение влияет на общее время работы всего участка? Ведь есть детали, которые изготавливаются не на самом загруженном оборудовании. Тогда удлинение операции на них не сказывается на времени выполнения плана участка. И напротив, нарушения по операциям, которые выполняются на самом загруженном оборудовании, приводят к срыву всего планового задания. Подобный анализ модели позволяет мастеру сосредоточить внимание только на критических операциях.

И наконец, третья важная цель моделирования связана с определением в явном виде взаимосвязей, характеризующих экономическую систему, когда они настолько сложны, что простое визуальное изучение их невозможно.

Наиболее характерным примером здесь является информационная модель предприятия с описанием движения потоков информации на предприятии. (Потоки информации — это потоки документов, которые люди, управляющие предприятием, передают друг другу.) Кстати, исследование этих потоков, их основных направлений, завихрений и тихих омутов составляет одну из первоочередных задач проектирования АСУ. Почему?

Во-первых, автоматизация управления — это в большой степени автоматизация документооборота, а чтобы автоматизировать, надо, как минимум, иметь его схему.

Во-вторых, ни на одном предприятии такой схемы не имеется хотя бы в силу гигантских масштабов документооборота. На большом предприятии только число на-

именований документов превосходит тысячу, а ведь некоторые документы тиражируются тысячами ежедневно, например, сменное задание на некоторых заводах выдается каждому рабочему на каждую смену.

В-третьих, наконец, документооборот предприятия складывался исторически, путем изменения существующих и введения дополнительных общегосударственных, отраслевых, внутризаводских информационных потоков. Эти потоки наслаивались друг на друга, заменяли друг друга, вследствие чего на предприятии возникли дублирующие друг друга документы, «тупиковые» документы, которые никому не предназначены и для управления давно не применяются. Естественно, что при автоматизации необходимо «почистить» такой документооборот. И единственным известным средством анализа и чистки этих потоков является информационная модель.

Построить информационную модель в памяти ЭВМ не очень сложно, хотя и хлопотно (очень много информации). Упрощенно все выглядит так. Сначала в ЭВМ вводятся данные о работниках управления — их можно получить из штатного расписания предприятия, дополнив данными, кому подчиняется каждый работник. Тогда в машине будут такие сведения: фамилия, и. о., должность, кому подчиняется. Имея всю эту информацию, ЭВМ с помощью специальных алгоритмов точно восстанавливает структурную схему управления.

Далее, в ЭВМ вводится информация о каждом документе. Здесь и наименование документа, и его характеристика (назначение, цель, функции), и частота обращения, и номер изготовителя документа, и номер получателя. После этого можно считать, что цель моделирования почти достигнута. Алгоритмы обработки выявят «тупиковые» и дублирующие документы, подсчитают характеристики системы документооборота, установят нагрузку на исполнителей и т. д.

— Математическое моделирование давно является мощным инструментом науки. Почему же в экономике даже простое применение математических формул до недавнего времени было событием?

— Думается, что все же из-за сложности и многообразия экономических задач.

— Но и методов моделирования, наверное, немало?

Сознательное экономико-математическое моделирова-

ние, можно считать, родилось в годы второй мировой войны. Однако всю историю применения количественных методов в экономике, о которой говорилось, можно отнести и к истории, вернее, к предыстории моделирования. Ведь известные формулы К. Маркса фактически являются математическими моделями!

Несмотря на еще юный возраст, экономико-математическое моделирование уже имеет довольно разветвленную структуру. Прежде всего модели делятся на дескриптивные (описательные) и предсказательные, которые часто называются прагматическими.



Дескриптивные модели предназначены для выяснения количественных характеристик изучаемых систем. Это уже известная нам информационная модель предприятия, сюда же можно отнести статистические модели структуры общества, которыми увлекаются демографы, и пр.

Но подавляющая часть моделей — предсказательные, и создаются для изучения поведения системы в будущем. К ним относятся все модели прогнозирования и планирования. А так как планирование относится к наиболее распространенному виду управленческой деятельности, то предсказательные модели называются еще прагматическими, ибо предвидение поведения систе-

мы в будущем позволяет предпринять шаги по использованию этого поведения на практике. Этим объясняется и столь широкое распространение предсказательных моделей.

Есть и еще другая классификация: математические модели в экономике, как и во всех других науках, делятся на **детерминистические** и **вероятностные**.

Детерминистические (от латинского слова «детермино» — определяю) — это модели, в которых все точно может быть определено. Например, механика Н. Ньютона — это детерминистическая модель природы. Пользуясь ее законами, можно предсказать поведение любой механической системы в будущем, если имеется достаточная информация о ее прошлом. Каждый, наверное, помнит школьную задачу по физике: «Камень сброшен с вышки и через три секунды стукнулся о землю. Какова высота вышки?» Формулы механики позволяют вычислить эту высоту, а также положение брошенного камня в любой момент времени с начала до конца падения.

В управлении производством широко используются детерминистические модели. Так, почти все модели производственного планирования — детерминистические. На основании изучения прошлого системы: производственных возможностей, сбыта продукции, качества исполнения и других показателей — строится модель ее будущего — план. Как правило, он строго определен и задается в объемах, датах и т. д.

В вероятностных моделях независимо от количества информации, имеющейся о прошлом системы, точно описать будущее ее невозможно, и оно может быть предсказано только с некоторой степенью вероятности. Применение вероятностных моделей вызвано тем, что любой экономический процесс все время находится под воздействием большого числа непредсказуемых факторов, вследствие чего этот процесс, как правило, протекает совсем не так, как планируется. Возникает идея: если эти факторы пусть случайно, но стабильно действуют на систему, то нельзя ли, собрав о них информацию и статистически обработав ее, заложить ее в план в качестве некоторых вероятностных характеристик.

Этот прием довольно широко используется. Так, нормативное время выполнения той или иной операции рас-

считано на среднего рабочего. Неудивительно, что часть рабочих выполняет эту операцию быстрее, часть медленнее. На каком-то участке может подобраться бригада рабочих, которые все работают быстрее среднего, и тогда такой бригаде часто не будет хватать работы. Чтобы такого не случалось, на производстве систематически ведется учет среднего коэффициента выполнения норм каждым рабочим, бригадой, участком, цехом. И план на последующие периоды всегда задается с учетом этого коэффициента.

Другой пример использования вероятностных моделей — управление запасами. Известно, что время поставки материалов, заготовок, готовых деталей является случайной величиной, зависящей от многих трудно прогнозируемых факторов, включающих и добросовестность поставщика. И может случиться так, что какого-либо компонента производственного процесса на складах не окажется. Тогда считай не прибыли, а убытки. Во избежание подобного на складах обычно хранится страховой запас, назначение которого — снабжать производство в случае непредвиденной задержки сырья и материалов поставщиками. Однако на какую задержку надо рассчитывать?

Статистика помогает оценить средние значения их и в соответствии с этим выбрать величины страховых запасов.

Энтузиасты применения вероятностных моделей считают, правда, что прогнозирования средних величин задержек недостаточно для планирования. Методы теории вероятностей и математической статистики позволяют, утверждают они, получить гораздо больше информации о будущем, следовательно, надо использовать и эту информацию.

С данным утверждением не совсем можно согласиться. Как правило, такая информация бывает бесполезной.

Рассмотрим такую ситуацию. Собираясь в аэропорт встречать жену, прилетающую из отпуска, вы, читатель, узнаете по телефону в справочном бюро, что самолет по расписанию прибывает в 10 часов 15 минут. И вы и сотрудница справочного бюро знаете, что самолет совершенно точно в 10.15 не прилетит. Примерно известно, что из 100 самолетов 10 прилетают между 10.00 и 10.15, 40 между 10.15 и 10.30, 30 между 10.30 и 11.00, 10 между 11.00 и 12.00, а 10 между 12.00 и 12.00 следующих су-

ток. Допустим, ответ на ваш вопрос о прилете самолета выдан в виде таблицы 5.

Интервал времени	Вероятность прилета самолета
10.00—10.15	0,1
10.15—10.30	0,4
10.30—11.00	0,3
11.00—12.00	0,1
Позже 12.00	0,1

Табл. 5.

Разве вы не приедете в аэропорт задолго до 10.00, а не к 10,15, хотя вероятность прибытия самолета между 10.15 и 11.00 равна 70 процентам? Еще как приедете! Жена все-таки...

Не следует забывать, что предсказательные модели должны быть и прагматическими, то есть приносить практическую пользу. А дополнительная информация о вероятности реализации плана, кроме дополнительного беспокойства, практически ничего не приносит. Действительно, пусть производственному участку задан некоторый объем работы, спланированный с учетом статистики выполнения. И пусть известны распределение вероятностей выполнения плана и другие статистические характеристики. Что же, руководители будут сидеть и наблюдать, как именно реализуется производственный процесс, а потом, если он не выполнится, ахать по поводу того, что он реализовался хуже среднего?

Нет, прагматический подход предполагает другое поведение. В процессе выполнения плана необходимо постоянно осуществлять оперативное управление: учитывать ход производства, анализировать отклонения и вырабатывать решения по изменению хода производства, проводить эти решения в жизнь.

Стоит отметить роль систем оперативного управления, которые существуют практически на всех этапах управления производством. Они избавляют от надобности конструировать слишком сложные и дорогостоящие вероятностные модели планирования. (Дорогостоящими

вероятностные модели становятся из-за необходимости сбора огромного количества статистических данных.) С другой стороны, чем точнее планирование, то есть чем тщательнее составлена вероятностная модель планирования, тем меньше нагрузка на систему оперативного управления. Этот баланс: «затраты на планирование — затраты на управление» — и определяет степень применимости вероятностных моделей.

Третий принцип классификации моделей связан с характером используемого математического аппарата. Различают модели линейного программирования, модели нелинейного программирования, модели массового обслуживания и т. д.

Наконец, четвертая классификация моделей связана с понятием, о котором мы уже говорили, с понятием «системы».

В узком смысле моделирование применяется для списания экономических или управленческих ситуаций. В более же широком является моделированием систем, или, как сейчас принято говорить, больших систем.

Существует много определений системы. Например, системой называется «организованное сложное целое; совокупность или комбинация предметов или частей, образующих комплексное единое целое». Другие определения не менее широкие и расплывчатые. Расплывчатость их объясняется попыткой объять необъятное, включить в круг понятия как можно больше «систем» из разных областей науки.

Интересно поглубже заглянуть в причины возникновения современной науки «системотехники», упомянутой уже вскользь, научной основой которой является «теория сложных систем». Дело в том, что во многих дисциплинах в последнее время появились очень сходные теоретические построения. Разработаны модели, которыми могут быть описаны физические, биологические, социальные явления. В то же время наблюдается резкая специализация наук, связанная с углублением знаний, выработкой специфического языка, и т. д., вследствие чего ученые разных профессий практически утрачивают возможность общаться друг с другом. Из-за этого научные понятия, гипотезы, методы одной научной области не могут применяться в другой, что, естественно, обедняет науку в целом. К. Боулдинг, американский

циалист по системам, пишет: «Физики... разговаривают только с физиками, экономисты — с экономистами, более того, физики-ядерщики общаются только с ядерщиками, эконометристы — с эконометристами. Приходится удивляться тому, что наука не топчется на месте в обществе отшельников, замкнувшихся в четырех стенах и бормочущих что-то на собственном, только им понятном языке».

В этой ситуации и возникла идея создать науку, системотехнику, изучающую общие закономерности, присущие разным наукам, а в качестве объекта исследования была выбрана «система». Больших успехов системотехника достигла в изучении производственных систем, где в качестве основного инструмента также используется моделирование.

Различают две основные разновидности моделирования больших производственных систем. В одной из них процесс управления заранее запрограммирован в модели, и вся система промоделирована на ЭВМ, так что участия человека практически не требуется. По исходным данным машина вырабатывает и выдает готовое решение. Эта разновидность и называется собственно моделированием систем.

Чтобы понять применение и выгоды моделирования, стоит рассмотреть примеры, приведенные в книге видных системотехников Р. Джонсона, Ф. Каста, Д. Розенцвейга «Системы и руководство».

Авиакомпания «Юнайтед эрлайнс» проводила моделирование работы крупного аэропорта на большой ЭВМ. В течение нескольких минут на модели воспроизводится несколько суток работы аэродрома. Как и в реальных условиях, в модели присутствуют и погодные условия, и задержки при взлете и посадке, и невыходы на работу, и многое другое. Кроме того, «миниаэропорт», заложенный в ЭВМ, осуществлял свое «обслуживание» с учетом времени суток, сезона, на нем проводилось «техобслуживание» того же вида и длительности, что и в действительности, «персоналом» той же квалификации и численности. В модели был и свой «резервный парк самолетов».

Естественно, что компанию интересовало, как изменение коммерческой политики сказывается на работе аэропорта; и в этом случае модель стала не только важным инструментом, используемым при принятии реше-

ний, но позволила понять много общих проблем функционирования системы.

Другой пример — задача обслуживания боевой техники батальона сухопутных войск США. Надо было найти минимальную численность технического персонала и потребность в запасных частях, необходимых для поддержания боеготовности батальона в различных условиях. При моделировании была разработана сложная схема основных видов деятельности (боевых операций) батальона, разработано и запрограммировано множество вариантов технического обслуживания, получены оценки последствий всех возможных изменений в составе имущества, технического персонала и т. д. В результате было установлено наилучшее соотношение между численностью механиков, объемом запасного имущества и боевыми возможностями батальона.

Приводя последний пример, невозможно не остановиться на одной его особенности — это военный пример. В нем присутствует самая ужасная черта нынешних военных воззрений: война планируется как большая хозяйственная операция. При планировании и анализе этой «хозяйственной» операции по молчаливому уговору, как табу, запрещены такие слова, как кровь, смерть, слезы... Присутствуют «достижение цели», «потери», «вероятность успеха» и т. д., а критерий: минимизация затрат на достижение «цели». Можно подсчитать и «экономический эффект» — одна оптимально спланированная военная операция «экономит» не меньше, чем дюжина атомных бомб. Вот так и такая «тихая» наука, как теория систем, в руках агрессора превращается в орудие массового уничтожения. Невольно хочется воскликнуть: господа ученые, поосторожнее с модельками!

Другая разновидность моделирования больших систем сводится к тому, что в ЭВМ моделируются только основные параметры системы, а само управление ею остается в руках человека. Принимая то или иное решение, он «проигрывает» его на модели и смотрит, к чему это приводит. Особенно широко такой вид моделирования применяется при исследованиях конкурентных ситуаций, и называется он деловыми играми. Деловые игры особенно широко практикуются при обучении управляющего персонала, так как для развития управленческой интуиции такие игры очень полезны.

Предлагаемые американской Ассоциацией организа-

ции и управления деловые игры проводят обычно так. Моделируется целая отрасль. В игре принимают участие от двух до шести команд, представляющих фирмы, работающие в данной отрасли. В ходе игры участники принимают решения по производственной и коммерческой политике «своих» фирм, а ЭВМ рассчитывает последствия, к которым приводят принятые решения. Окончательный подсчет доходов определяет правых и неправых.

Таким образом, моделирование на ЭВМ служит мощным средством исследования систем и решения сложных управленческих задач.

В заключение еще раз стоит пояснить, почему моделирование за столь короткий срок так широко и глубоко проникло в совсем новую для себя область — практику управления. Наилучшим образом это, пожалуй, сформулировано в следующем официальном документе, составленном американским институтом промышленного проектирования.

«Теперь можно поставить главный вопрос: для чего предприниматели, ученые, специализирующиеся в области руководства, и все, кто связан с руководством, интересуются моделированием систем?

Во-первых, моделирование позволяет ускорить или замедлить реальное время. Другими словами, предприниматель за несколько минут может промоделировать годовую деятельность предприятия или, как при замедленной демонстрации кинофильма, может растянуть реальный процесс и анализировать его наиболее важные моменты.

...Моделирование впервые предоставляет руководителям возможность иметь лабораторию, при помощи которой можно анализировать деятельность предприятия и рассматривать ее как в замедленном, так и в ускоренном темпе.

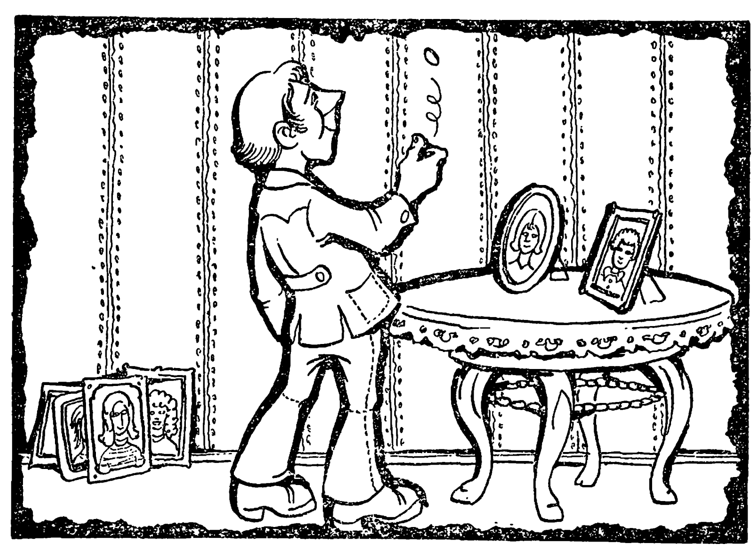
Второе достоинство моделей очень значительно, так как оно позволяет удовлетворить насущную потребность предпринимателей в эффективном планировании и прогнозировании. Предприниматель может, моделируя систему, заглянуть вперед, прежде чем делать решающий шаг, и заранее проверить новые идеи и изменения. В течение нескольких часов можно получить результаты деятельности за год при различных предположениях. Следует учитывать и то, что в реальных условиях экспе-

риментальная проверка новых идей в управлении предприятием во многих случаях невозможна, непрактична и неэкономична из-за нарушений или затрат, связанных с изменением существующих процессов».

— За все сказанное можно голосовать двумя руками. Но хочется понять, для какого именно участка управления разрабатываются модели? Как именно они разрабатываются? Какую конкретную пользу приносят?

— Ну что ж, современное состояние экономико-математического моделирования позволяет ответить на все эти вопросы.

Сфера применения экономико-математических моделей довольно четко очерчена в уже упоминавшейся книге Ч. Карра и Ч. Хоува. В жизни, говорят они, приходится часто сталкиваться с основным выбором между бездеятельностью (ничего не делать) и деятельностью (что-нибудь делать). В противоположность первому для исследователей нет ничего более интересного, чем человеческая деятельность. Так обозначается первая область применения моделирования — область человеческой деятельности.



Изучение почти любой деятельности людей можно проводить как изучение ситуаций, в которых приходится принимать решение. А такие обстоятельства возни-

ают всякий раз, когда человек должен сделать выбор одного из нескольких возможных действий. Правда, ситуация принятия решения может оказаться и не связанной с проблемой выбора, однако если все разрешается само собой, то и исследовать нечего. Изучению, как правило, подвергаются ситуации сложные, когда выбор сделать трудно.

Так что вторая область применения экономико-математических моделей — это ситуации, при которых возникает необходимость принимать решения.

Принятие решений вообще — настолько широкая проблема, что ее изучает целый ряд наук, включающий экономику, психологию, этику, политику, юриспруденцию, социологию. И среди них наука об управлении экономическими объектами, то есть то, что изучает экономика.

Как и всякую теорию, теорию принятия решений можно развивать с помощью научного метода, который предполагает исследование причинных связей и зависимостей, а также с помощью других, менее строгих, но все же достойных упоминания методов — интуиции, откровения, авторитета, традиции, здравого смысла.

Научный метод также включает различные подходы. Описательный подход предполагает исследование того, как осуществляется выбор решения в настоящее время. В противоположность ему нормативный устанавливает, как должен производиться выбор решения. Поэтому он часто называется рациональным подходом и, естественно, является наиболее распространенным.

Итак, ответ на вопрос, для чего разрабатываются экономико-математические модели, становится ясным: для анализа и решения проблем управления в экономических ситуациях.

Естественно, что такая важная и обширная область науки, как теория принятия управленческих решений, не могла обойтись без специального названия, и их появилось сразу несколько. Наиболее распространенным оказалось — «исследование операций».

Как это бывает иногда с названиями и терминами, они не совсем точно отражают суть дела. Термин «исследование операций» появился в годы второй мировой войны вместе с зарождением самой науки. Как раз в это время в США и Англии, в связи с удаленностью

театров военных действий и сложностью планирования военных операций, многие крупные ученые были привлечены к решению вопросов снабжения армии, планирования боев и прочее. Занимаясь исследованием военных операций, они и заложили начало новой науки.

В настоящее время круг проблем, которые исследует эта наука, существенно расширился (хотя те военные операции тоже остались), но название по привычке сохранилось. Многие ведущие ученые в этой области считают, что, несмотря на то, что данный термин недостаточно точно отражает суть дела, а порой даже вводит в заблуждение, к нему следует относиться с должным уважением. В США, впрочем, достаточно популярно и другое название — «наука управления».

История исследования операций началась в 1941 году, когда английский исследователь Ф. Хичкок формализовал одну из центральных задач, названную «транспортной задачей». Вообще надо заметить, что характерной особенностью данной науки является обилие специфических задач с не очень строгими названиями. Более того, формулируются эти задачи порой как полушутливая головоломка и не имеют прямого отношения ни к военным, ни к прочим операциям. Может даже создаться впечатление, что та или иная задача вообще не имеет прикладного значения. Вот, например, задача о ранце.

Солдат размышляет перед походом: «Обжился на постое, кое-каких вещичек накопил, а с собой все не возьмешь, ранец мал... Вот и решай, что оставить, что выкинуть...» Формально задача ставится так. Ранец имеет некоторую предельную «грузоподъемность». Каждая вещь характеризуется, во-первых, ценностью ее в глазах владельца, во-вторых, весом. Требуется определить набор вещей, общий вес которых не превышает «грузоподъемность» ранца, а суммарная ценность максимальна.

Задача эта, в общем, непростая. Житейское правило «берем самое дорогое» к оптимальному решению не приводит. Скажем, в ранце можно унести не более 100 единиц груза, а предметов всего пять, вес и ценность которых перечислены в таблице 6.

№ предмета	Вес предмета	Ценность
1	50	70
2	45	60
3	34	50
4	33	50
5	33	40

Табл. 6.

Тогда по житейскому правилу надо брать предметы № 1 и 2 с суммарной ценностью 130, а оптимальное решение, которое находится перебором, утверждает — надо брать вещи № 3, 4 и 5 с суммарной ценностью 140 и не превышающие предельную «грузоподъемность» ранца. Кстати, уже для такой простой задачи перебрать надо 32 варианта решения!

Или вот такая задача. Коммивояжер (бродячий торговец, агент по сбыту) должен посетить несколько городов по одному разу и вернуться в свой город. Учитывая, что расстояние между каждой парой городов известно, необходимо составить такой маршрут, длина которого минимальна.

На рисунке изображена условная карта, содержащая четыре города. Расстояния между городами указаны в таблице 7. Попробуем составить маршрут коммивояжеру, учитывая, что его родной город носит № 1.

Расстояние в км между городами					
1 и 2	1 и 3	1 и 4	2 и 3	2 и 4	3 и 4
10	7	6	5	4	3

Табл. 7.

Простое житейское правило предлагает всегда направляться в город, который расположен ближе всего. По этому правилу надо сначала переместиться в город № 4, из № 4 в № 3, из № 3 в № 2, а потом вернуться в № 1. Суммарное расстояние 24 километра. Однако полный перебор всех возможных маршрутов показывает, что если сначала посетить город № 3, за ним № 2, потом № 4 и вернуться в № 1, то суммарное расстояние будет только 22 километра.

А теперь встает законный вопрос: так уж важна солдатская проблема о загрузке ранца? Особенно если учесть, что, наверное, ни в одной армии мира солдаты уже не носят ранцев и вообще вся пехота стала моторизованной. Проблемы бродячих торговцев тоже кажутся не очень серьезными: по крайней мере для нашей экономики! Все же не надо поспешно отбрасывать эти задачи.

Задача о солдатском ранце возникла в связи с весьма серьезной прикладной проблемой. Известно, что транспортный корабль характеризуется некоторой грузоподъемностью, которую нельзя превысить. А каждый предмет (здесь имелись в виду танки, пушки и прочие «предметы» того же сорта) имеет ценность в свете предстоящих операций. Вот в связи с задачей о загрузке транспортных средств при планировании операций и появился ранец. Почему бы прямо не назвать вещи своими именами?

Во-первых, шла война, и вряд ли строгая военная цензура позволила бы опубликовать даже сугубо теоретические размышления на такую тему. А во-вторых, ведь не только корабли можно грузить. При загрузке самолетов, вагонов, грузовиков приходится решать аналогичную задачу. А как трактовать, например, такую экономическую ситуацию: какие гарнитуры выпускать фирме, ну, скажем, «Двенадцать стульев», в предстоящем году: в стиле «мадам Петухова» или «генеральша Попова»? Каждый вид гарнитуров характеризуется, во-первых, затратами трудовых ресурсов на изготовление, а во-вторых, прибылью от продажи. Трудовые ресурсы фирмы ограничены. По-видимому, руководству фирмы придется решать все ту же «задачу о ранце».

С проблемой, о чем же задача: о корабле, о самолете или стульях, — первым сталкивается ученый, ко-

торый ее и формулирует. Естественно, что название и содержание задачи в большой степени зависит от его чувства юмора. А поскольку с юмором в среде ученых не бедно, то и появилось в науке об исследовании операций множество задач с «именами».

Но вернемся к бродячему торговцу. Ясно, что не праздным любопытством и не любовью к головоломкам были движимы исследователи, решая «задачу о коммивояжере». Оказалось, что не только очень большое количество сбытовых и снабженческих задач может быть сформулировано в терминах этой «головоломки». Нельзя не удивиться, узнав, насколько много оказалось похожих экономических ситуаций в самых разных областях человеческой деятельности. Некоторые из них стоит разобрать.

На сверлильном станке с программным управлением должна обрабатываться сложная деталь, в которой надо просверлить несколько десятков отверстий. Порядок выполнения работы устанавливается программой, по которой под сверло подводится то место заготовки, где надо сверлить отверстие; после того как отверстие просверлено, подводится следующее место и т. д. А можно всю эту производственную ситуацию представить и так: сверло — коммивояжер обходит в некотором порядке один город — отверстие за другим и в конце маршрута возвращается в исходную позицию. Порядок «обхода» устанавливается при составлении программы и в конечном счете от него зависит длительность работы. Если при этом за счет оптимального маршрута сэкономлено всего несколько минут работы станка, то при выпуске сотен тысяч деталей в год, как это бывает в крупносерийном производстве, будет получена годовая экономия в десятки тысяч рублей. А для этого, как оказалось, необходимо только решить полушутливую «задачу о коммивояжере»!

А вот «сладкий» пример. Одна из кондитерских фирм производит мороженое разных сортов на одном и том же оборудовании. Неприятность заключается в том, что при переходе от производства одного сорта мороженого к другому оборудование надо очищать, промывать и готовить к изготовлению следующего сорта. Время на очистку существенно зависит от того, с какого сорта на какой переходят. Так, ванильное мороженое и ванильное с шоколадной пудрой можно вы-

пускать друг за другом, лишь слегка изменив технологию, то есть не тратя на переналадку времени. А если вслед за шоколадным мороженым следует фруктовое, то необходима длительная очистка. Перед началом производства надо составить такой календарный план, чтобы минимизировать время на выпуск всех сортов. Где здесь города, а кто бродячий торговец? Довольно неожиданно оказывается, что если в качестве городов считать сорта мороженого, то время переналадок в часах и минутах будет не чем иным, как расстоянием между ними. Ведь расстояние можно мерить не только в километрах, но и в часах пути. И тогда «вкусная задача» обернется все той же «задачей о коммивояжере».

Если же представить себе гигантский прокатный стан, который переналаживают с одного вида проката на другой несколько суток, то и вообще станет не до шуток.

Все эти примеры позволяют сделать один важный вывод. Не всякая ситуация принятия решений настолько индивидуальна, что требует своей специфической модели. Большое количество практических случаев внутренне очень сходны, хотя внешне кажутся абсолютно непохожими друг на друга, как работа сверлильного станка и производство мороженого.

Это внутреннее сходство обнаруживается при моделировании и выражается в том, что экономико-математические модели принятия решений одинаковы. Такое их свойство позволяет управляющему персоналу концентрировать внимание не на самих ситуациях, а на их экономико-математических моделях. Особенным вниманием пользуются те из них, которые являются наиболее общими, то есть описывают много различных случаев, как, например, «задача о коммивояжере», «задача о ранце» и другие задачи с «именами».

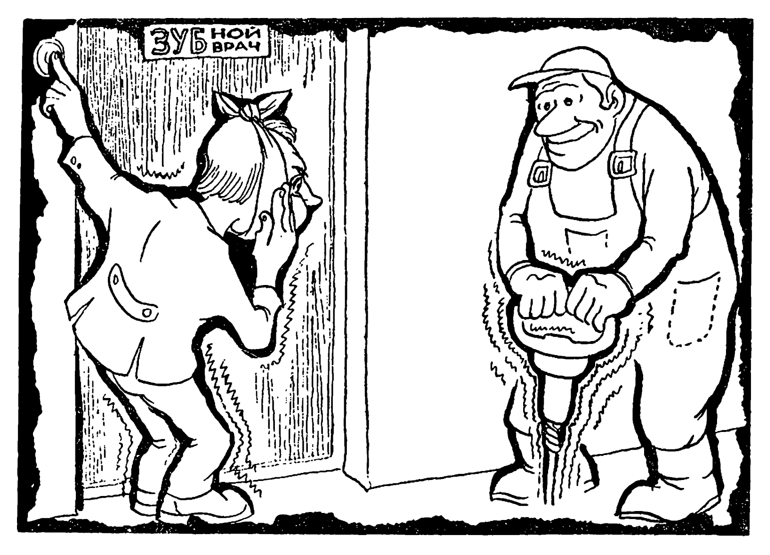
— А ответ на второй вопрос — как разрабатываются модели?

— Ответить на него значительно труднее, так как моделирование до сих пор является искусством и для разработки моделей нет четких методов. Правда, некоторые практические правила подмечены и им рекомендуется следовать.

Существует закон: не следует разрабатывать для данной сложившейся экономической ситуации новую

модель, если уже созданная достаточно хорошо ее описывает. Из этого закона следует необходимость изучения экономико-математического моделирования как одной из самых важных дисциплин во всех учебных заведениях, готовящих управленческий персонал. Ведь о созданных уже моделях надо же как-то узнавать! На них, кстати, очень удобно пояснять, как они разрабатываются.

Существует так называемая транспортная задача. По известности и распространенности она далеко превосходит даже «задачу о коммивояжере». Уп-



равленческая ситуация, в которой возникла эта задача и от которой она получила свое название, довольно обычна.

Имеется некоторый однородный груз, который хранится в нескольких пунктах — в пунктах отправления. Этот груз необходимо перевезти в ряд других пунктов — пунктов получения. Известно, какое количество груза (например, в тоннах) находится в каждом пункте отправления и сколько его необходимо каждому пункту получения. Известны расстояния от каждого пункта отправления до каждого пункта получения. Пункты отправления в дальнейшем пусть называются поставщиками, а пункты получения — потребителями.

Количество груза, находящегося в пункте отправления, обычно называют «мощностью» поставщика. Количество груза, которое необходимо потребителю, — его «спросом». Количество груза, которое перевозится от поставщика к потребителю, называется «поставкой». А полное распределение поставок — «планом поставок». В задаче требуется, естественно, определить план поставок.

Уже в предыдущих примерах показывалось, что в «транспортных задачах» всегда очень много возможных вариантов плана поставок, поэтому надо отыскать оптимальный. И тут-то, естественно, встает вопрос о критерии. Так как работа транспорта характеризуется грузооборотом, который измеряется в тонна-километрах (произведение веса перевезенного груза в тоннах на расстояние в километрах), то в качестве критерия оптимальности можно выбрать объем грузооборота, минимизация которого, очевидно, выгодна народному хозяйству. Это, кажется, достаточный аргумент, чтобы даже наиболее обостренное чувство гражданского долга не испытывало беспокойства. А откуда может появиться беспокойство, если критерий модели основан на том суждении, что он выгоден народному хозяйству?

Дело в том, что основным показателем работы транспортного предприятия является количество тонна-километров. И если работать по оптимальному плану, то при тех же грузах и расстояниях объем грузооборота окажется меньше, и тогда придется искать новых заказчиков на транспорт либо смириться с тем, что предприятие (база) окажется незагруженным и не выполнит плана. Как быть? Ясно, что гораздо спокойнее планировать по-старому: и не надо знать математики, и при тех же грузах грузооборот больше. Кажется, создалась парадоксальная ситуация: план народному хозяйству выгоден, а предприятию невыгоден! Нет, ничего парадоксального здесь нет, просто это один из примеров несогласованности критериев, к сожалению, довольно распространенный в экономике. Уже почти хрестоматийным стал пример про то, что металлургическим предприятиям план задается в тоннах литья, и поэтому всякая рационализация, направленная на снижение веса каждого изделия, «бьет» по плану предприятия и, как правило, встречается в штыки. И тем не менее план по-прежнему задается в тоннах! Понятно,

что придумать другой более объективный показатель нелегко, наверняка он будет очень сложным. А утруждаться не хочется! Вот и действуют по принципу: «Лучше простая ошибка, чем сложная истина».

Будем все же следовать гражданскому долгу и ориентироваться на выгоды народного хозяйства, то есть в «транспортной задаче» минимизировать грузооборот. Модель задачи обычно строится в виде таблицы.

№ поставщика	Мощность	№ потребителя и спрос		
		1	2	3
		50	60	90
1	45	3	1	4
2	75	2	3	1
3	80	6	5	2

Табл. 8.

Пусть имеется три поставщика и три потребителя. Мощности и спросы указаны в заголовках таблицы 8. На пересечении столбцов и строк в клетках таблицы указаны расстояния между поставщиком и потребителем, например, от поставщика № 2 до потребителя № 1—2 километра. Суммарная мощность всех поставщиков равна 200 тоннам, и этому же числу равен суммарный спрос потребителей. Это условие естественное, но вовсе необязательное. Оно упрощает задачу, но для модели несущественно, и дальше будут рассматриваться экономические ситуации, в которых это условие не выполняется.

В чем заключается задача? Требуется составить план поставок, то есть определить, сколько груза везти от каждого поставщика каждому потребителю, чтобы весь груз поставщиков был вывезен, а все спросы потребителей были удовлетворены. Если посмотреть в таблицу, то это означает, что в каждую клетку надо записать число-поставку, причем так, чтобы сумма

поставок в строке была равна мощности, а сумма поставок в столбце составляла спрос. Если теперь остановиться на мгновение и посмотреть на таблицу, то задача о перевозке груза почти пропала и осталась математическая головоломка в виде таблицы, которую надо заполнить числами так, чтобы суммы по столбцам и строкам были равны определенным величинам. Вот так осуществляется моделирование: реальные объекты и соотношения заменяются числами и зависимостями между ними.

Решать эту задачу можно разными способами. Например, в таблице 9 представлен один из возможных вариантов плана поставок. Каждая клетка таблицы разделена на две части. В верхней по-прежнему записано расстояние в километрах, а в нижнюю занесен объем поставки в тоннах. Так, поставщик № 1 везет потребителю № 1 2 тонны, поставщик № 2 везет потребителю № 3 42 тонны и т. д. Принцип составления плана поставок в таблице чисто «потолочный», единственное условие, которое контролировалось: суммы поставок в строках должны быть равны мощностям, а суммы поставок в столбцах — спросам. Объем грузооборота нетрудно подсчитать, для чего надо в каждой клетке верхнее число умножить на нижнее, а суммы сложить. Тогда грузооборот составит:

№ поставщика	Мощность	№ потребителя и спрос		
		1	2	3
		50	60	90
1	45	3 / 2	1 / 8	4 / 35
2	75	2 / 3	3 / 30	1 / 42
3	80	6 / 45	5 / 22	2 / 13

Табл. 9.

$3 \cdot 2+1 \cdot 8+4 \cdot 35+2 \cdot 3+3 \cdot 30+1 \cdot 42+6 \cdot 45+5 \cdot 22+2 \cdot 13 =$
$=698$ тонна-километров.

Однако «потолочный» принцип все же не является

доминирующим при практическом составлении плана поставок. Обычно верх берет великий и универсальный здравый смысл. Составляется план в соответствии с ним (см. таблицу 10).

№ поставщика	Мощность	№ потребителя и спрос		
		1	2	3
		50	60	90
1	45	3	$\frac{1}{45}$	4
2	75	2	3	$\frac{1}{75}$
3	80	$\frac{6}{50}$	$\frac{5}{15}$	$\frac{2}{15}$

Табл. 10.

Самыми маленькими расстояниями в таблице являются расстояния от потребителя № 2 до поставщика № 1 и от потребителя № 3 до поставщика № 2 — 1 километр. Принимается решение везти на эти расстояния максимальное количество груза, то есть всю мощность поставщиков № 1 и № 2. Заносятся эти поставки в соответствующие клетки таблицы. Поскольку нераспределенной осталась только мощность поставщика № 3, то распределяется и она: не хватает 15 тонн потребителю № 3, недостающие 15 тонн потребителю № 2, а остальные 50 тонн поставляются потребителю № 1. В остальные клетки ничего не записывается, так как ничего не поставляется. Объем грузооборота оказался равен: $1\cdot45+1\cdot75+2\cdot15+5\cdot15+6\cdot50=525$ тонна-километрам.

Итак, здравый смысл позволил сэкономить 173 тонна-километра. Что же дальше?

Дальше здравый смысл молчит. Кажется, что лучше не придумаешь. При внимательном рассмотрении таблицы 10 вызывает, правда, некоторое беспокойство тот факт, что из-за слишком активного применения принципа «вези к ближайшему» пришлось в конце концов

везти 50 тонн на максимальное расстояние — 6 километров. Поневоле вспоминается пример с цементом, когда все быстро прикрепились к ближайшим поставщикам и в результате пришлось с Сахалина груз везти в другой конец страны!

Математический анализ «транспортной задачи» позволяет создать алгоритм получения оптимального решения, который, в общем, не имеет ничего общего с правилом, диктуемым здравым смыслом. В этом случае получается решение, представленное в таблице 11.

№ поставщика	Мощность	№ потреби ля и спрос		
		1	2	
			60	90
1	45		$\frac{1}{45}$	4
2	75	$\frac{2}{50}$	$\frac{3}{15}$	$\frac{1}{10}$
3	80	6		$\frac{2}{80}$

Табл. 11.

Объем грузооборота для него 360 тонна-километров, то есть еще на 165 тонна-километров меньше. Эти 165 тонна-километров — чистый выигрыш от применения математики. Вот ответ на третий вопрос — какую конкретную пользу можно получить от применения экономико-математических методов.

Использование модели «транспортной задачи» в планировании перевозок приносит гигантский экономический эффект. В литературе приводятся такие факты. Затраты на перевозки всех грузов всевозможными видами транспорта по стране в 1968 году составили более 20 миллиардов рублей. В результате укрупнения автотранспортных предприятий расширяются массовые перевозки таких продуктов, как хлеб, молоко, кирпич, сборные железобетонные конструкции, песок и т. д. В Моск-

не песок перевозится с десятка пристаней, а кирпич и сборный железобетон — с нескольких десятков заводов на сотни строительных площадок, хлеб с нескольких десятков заводов в тысячи магазинов. Анализ показывает, что, если при планировании перевозок пользоваться моделью «транспортной задачи», это даст возможность сэкономить до 40 процентов средств!

На этом можно было закончить рассказ о «транспортной задаче» как о примере моделирования, если бы не необходимость посмотреть, в каких еще ситуациях используется ее модель. А на этой модели, оказывается, можно решать еще несколько классов задач!

Имеются поля, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры. Площадь каждого поля известна, задан план съема каждой культуры.

Поскольку все поля разные, то на каждом поле можно добиться одинаковой урожайности лишь в том случае, если затрачивать разное количество труда. (Можно, конечно, принять другое, аналогичное предположение: затрачивается одинаковый труд, но при этом будет получен разный урожай — это не меняет задачи.) Требуется так распределить площади под все культуры, чтобы получить заданный по каждой культуре урожай с минимальными затратами труда. Здесь довольно прозрачно проглядывает транспортная модель, не так ли?

Каждое поле и его площадь — это поставщик и его мощность. Требуемый съем (урожай) культуры, поделенный на урожайность (объем урожая с одного гектара), дает требуемую посевную площадь под каждую культуру — спрос потребителя. Расстоянием являются затраты труда, а поставка — площадь поля, которое надо выделить под данную культуру. Теперь нетрудно составить транспортную модель в виде таблицы и, решив с ее помощью задачу, получить оптимальное распределение посевных площадей под культуры. Так, моделью сугубо сельскохозяйственной проблемы явилась «транспортная задача».

А вот ситуация, которая довольно часто складывается на промышленном предприятии. Имеется участок, на котором все рабочие умеют выполнять все работы. Несмотря на такую универсальность, у каждого рабочего все же есть свои любимые работы, на которых его

производительность труда больше, и есть работы, где из-за отсутствия навыка или по другим причинам он не может показать высокую производительность труда. Пусть индивидуальная производительность труда каждого рабочего при выполнении каждой работы известна. Возникает задача: как назначить работу каждому рабочему, чтобы суммарная производительность участка была максимальной?

Кажется, что все просто: надо дать каждому рабочему «его» работу, ту, на которой его индивидуальная производительность труда максимальна. Однако убедившись, что моделью данной ситуации является «транспортная задача», это решение бракуется, поскольку оно похоже на правило «минимального расстояния», отвергнутое при решении «транспортной задачи».

Итак, предполагается, что рабочие — это поставщики; мощность каждого поставщика (рабочего) равна единице. Потребитель — работа; спрос тоже равен единице. Расстояние — это индивидуальная производительность. А вот поставка вводится искусственно: считается, что она равна единице, если рабочий на работу назначен, и нолю, если не назначен. Тогда все сходится. Поскольку каждый рабочий может выполнять лишь одну работу, значит, в каждой строке может быть лишь одна единица-поставка, остальные ноли, следовательно, сумма поставок в строке равна единице (мощность). Аналогичное рассуждение справедливо для столбца.

В таблице 12 представлен такой план распределения работ для пяти рабочих и пяти работ. Согласно этому плану рабочий № 1 выполняет четвертую работу, рабочий № 2 — пятую, № 3 — вторую, № 4 — первую, № 5 — третью. (Цифра в верхней части каждой клетки — производительность.)

Описанная производственная ситуация хорошо моделируется «транспортной задачей». Но она имеет свое «имя» и называется «задачей о назначениях». «Задача о назначениях» тоже имеет довольно широкое применение. Так, размещение заказов по однотипным предприятиям формулируется аналогично распределению работ по рабочим, только вместо «№ рабочего» в таблице надо поставить слово «№ предприятия», вместо «№ работы» — «№ заказа», а вместо производительности — «выгодность».

№ рабочего \ № работы	1	2	3	4	5
1	3	5	8	$\frac{7}{1}$	4
2	4	2	3	4	$\frac{2}{1}$
3	6	$\frac{4}{1}$	3	2	3
4	$\frac{7}{1}$	5	5	6	1
5	5	4	$\frac{6}{1}$	3	2

Табл. 12.

Можно привести пример совсем уже сложной экономической ситуации, моделью которой является все та же «транспортная задача». Это проблема развития и размещения производства. Формулируется она так.

Пусть известен спрос на некоторый вид продукции по всей территории страны. Известно, в каких пунктах есть предприятия по выпуску данной продукции и в каких могут быть построены новые. Для всех действующих предприятий известна себестоимость выпускаемой продукции. Можно определить также затраты на реконструкцию их с целью расширения производства, а также себестоимость продукции после расширения.

Для предприятий, которые могут быть заново построены, известны различные варианты их мощности, капиталовложения и себестоимость по каждому варианту строительства.

Кроме того, может быть разработана транспортная сеть, которая будет функционировать в период, для которого осуществляется планирование. Это значит, что можно рассчитать затраты на перевозку единицы груза из всех пунктов производства (включая те, которые предполагается построить) во все пункты потребления.

Требуется определить, какие предприятия должны быть расширены и до какой мощности, какие ликви-

дированы или переведены на выпуск другой продукции, какие вновь построены, чтобы весь спрос был удовлетворен. При этом сумма затрат на производство и транспортировку продукции должна быть минимальной.

Несмотря на обилие исходных данных, на многочисленные ограничения и оговорки, моделью данной ситуации является тоже «транспортная задача», хотя и более сложная, чем рассмотренные раньше. В ней отсутствует лишь ограничение, что сумма мощностей должна быть равна сумме спросов. Более того, поскольку в качестве поставщиков выбраны все предприятия, на которых в принципе может быть произведена данная продукция, а также действующие со всеми вариантами расширения, и те, которые могут быть построены, то их суммарная мощность окажется, конечно же, больше общего спроса. И лишь в процессе решения задачи из их числа отбираются те, у которых затраты на производство и транспортировку продукции минимальны. Кстати, одновременно с решением задачи размещения получается и оптимальный план перевозок.

Из всех рассмотренных примеров следует общий вывод: «транспортная задача» давно переросла рамки модели планирования транспортировки однородного груза, от которого она получила название. В настоящее время она представляет собой достаточно общую модель, описывающую большое количество управленческих ситуаций. Несомненным достоинством ее является изученность и простота алгоритмов решения.

И поэтому, приступая к анализу своей ситуации принятия решения, каждый экономист должен прикинуть, не укладывается ли она в рамки транспортной модели. Если да, то должен считать, что ему повезло!

— По-видимому, таких универсальных моделей должно быть не очень много?

— Да, не более двух-трех десятков.

— И все с такой широкой сферой применения?

— Вот этого о них не скажешь. Некоторые модели почти не выходят за рамки управленческих ситуаций, для которых они разработаны. А есть модели-универсалы. Несомненным «чемпионом» среди них является модель «линейного программирования».

«Линейное программирование» не имеет ничего общего с составлением программ для ЭВМ. Термин этот был предложен американским ученым Т. Купман-

сом и, как впоследствии выяснилось, оказался крайне неудачным в основном как раз из-за ассоциаций с программированием. Фактически же «линейное программирование» представляет собой набор методов решения экстремальных, чаще всего плановых, экономических задач. Многие ученые считают, что более удачным был бы термин «линейное планирование». А слово «линейное» здесь употреблено потому, что все зависимости, используемые при построении этих моделей, линейные, то есть на графике имеют вид прямой линии. Но об этом уже говорилось.



Чтобы от слов о «линейном программировании» перейти к нему самому, стоит рассмотреть такой пример планирования.

Пусть руководство уже упоминавшейся фирмы по выпуску мебели «Двенадцать стульев» решает проблему, какую мебель выпускать в следующем месяце. Фирма, как известно, умеет делать гарнитуры «Мадам Петухова» и «Генеральша Попова». Каждый вид продукции характеризуется, во-первых, затратами высококачественных пород древесины и импортных обивочных материалов, а во-вторых, размерами получаемой прибыли. Естественно, что ресурсы фирмы, дерево и материалы ограничены. Необходимо составить план

производства, при котором прибыль была бы максимальна.

Итак, правление фирмы сидит перед таблицей, в которую сведены все данные, и думает, как лучше решить эту задачу.

Гарнитуры	Потребность в древесине	Потребность в обивочных материалах	Прибыль
«Мадам Петухова»	10	40	400
«Генеральша Попова»	5	80	500
Ограничение по ресурсу	110	800	

Табл. 13.

Заместитель председателя правления фирмы И. Воробьянинов берет слово:

«Учитывая, что за «генеральшу» платят больше, — говорит он, — считаю, что необходимо выпускать названный гарнитур в количестве 10 штук, а оставшиеся неиспользованными 60 кубометров древесины продать налево дружественной фирме «Милости просим». Тем самым мы получим 5 тысяч рублей прибыли плюс...»

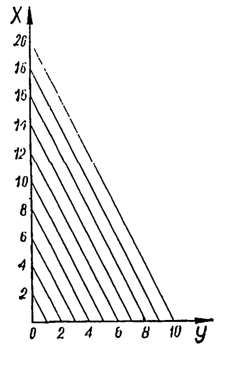
«Не надо, Киса, — жестом останавливает его председатель правления О. Бендер, — сегодня ночью мне пришла в голову плодотворная дебютная идея. Сейчас я вам ее изложу...»

Гроссмейстер еще не знает, что его идея уже известна под названием «линейного программирования» и что он получил очередной удар со стороны классиков. Он бодро продолжает:

«Допустим, что мы решим выпускать X гарнитуров «Мадам Петухова» и Y гарнитуров «Генеральша Попова». Поскольку на каждый гарнитур первого типа надо 10 кубометров древесины, а на каждый гарнитур второго типа — 5 кубометров, то всего нам понадобится $10 \cdot X + 5 \cdot Y$.

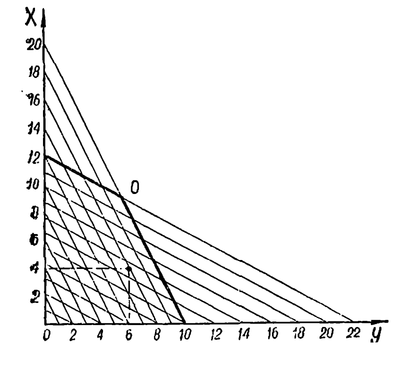
Понятно, что это количество не должно превышать 110 кубометров. Запишем это так: $10x + 5y \leqslant 110$.

Данное условие, совместно с другим естественным условием: x и y не могут быть отрицательными — на графике изображается в виде некоторой области (на приведенном справа рисунке она заштрихована). Наклонная граница представляет собой график линейной зависимости: $10x + 5y = 110$. Неравенство в предыдущем выражении означает, что данному условию удовлетворяют все внутренние и граничные точки области. В этом легко убедиться. Точка с координатами $x=4$, $y=8$ удовлетворяет неравенству, так как $10 \cdot 4 + 5 \cdot 8 < 110$. При подстановке координат любой внутренней или граничной точки неравенство будет справедливо.



Аналогичное соотношение можно составить по обивочным материалам: $40x + 80y \leqslant 800$. Этому неравенству соответствует заштрихованная область на втором рисунке справа.

Поскольку оба неравенства должны выполняться одновременно — на каждый гарнитур необходимо и дерево, и обивочные материалы — обе области надо совместить. Это сделано на рисунке слева. Разберемся, что собой представляет область с двойной штриховкой.



Во-первых, вспомним, что каждая точка на графике — это план производства. Так, точка с координатами $x = 4$; $y = 6$ означает план, при котором будет произведено 4 гарнитура «Мадам Петухова» и 6 гарнитуров «Генеральша Попова».

Во-вторых, каждая точка в заштрихованной области первого рисунка — это план, который обеспечен древесиной, каждая точка в заштрихованной области второго рисунка — это план, который обеспечен обивкой. Таким образом, точки области третьего рисунка с двойной штриховкой — это планы производства, обеспеченные и древесиной и обивкой, то есть область допустимых планов. Из них необходимо выбрать оптимальный план, при котором прибыль будет максимальной. Величина прибыли выражается просто. Если выпустить x гарнитуров первого типа, получив по 400 рублей прибыли за каждый, и y гарнитуров второго типа, получив по 500 рублей прибыли за гарнитур, то всего будет получено $400\,x + 500\,y$ рублей прибыли.

Так вот — триумфально заключил великий комбинатор — величина прибыли достигает максимума в точке пересечения наклонных границ. На третьем рисунке она обозначена буквой О. Ее координаты легко вычислить, решив совместно уравнения этих прямых. Получим: $x = 8$, $y = 6$. Итак, оптимальный план выпуска: восемь «мадам» и шесть «генеральш». Прибыль составит $400 \cdot 8 + 500 \cdot 6 = 6200$ руб. При этом мы используем и всю древесину, и все обивочные материалы. И никаких противоречий с уголовным кодексом!»

«Конгениально...» — прошептал экс-предводитель.

Выражаясь современным языком исследования операций, талантливый сын турецкого подданного для принятия решения о плане производства построил модель «линейного программирования». Неравенства, ограничивающие заштрихованные области на первых двух рисунках, называются ограничениями модели. Формула, выражающая прибыль, называется целевой функцией. А совокупность ограничений и целевой функции — это и есть модель «линейного программирования».

Задача «линейного программирования» («ЛП-задача», как говорят и пишут для сокращения) заключается в том, чтобы найти допустимый план, то есть план, удовлетворяющий ограничениям и который в то же время максимизирует значение целевой функции.

Для решения «ЛП-задачи» вовсе нет необходимости рисовать области допустимых решений и по ним искать точку оптимума. Разработанный стандартный метод, называемый симплексным алгоритмом, позволяет по записанной в специальном виде модели «линейного программирования» («ЛП-модели») отыскать оптимальное решение.

Симплексный алгоритм очень трудоемок, и решение сколь-нибудь значительных «ЛП-задач» возможно только на ЭВМ. В библиотеках стандартных программ современных вычислительных центров, как правило, есть и симплексный алгоритм. Поэтому решение управленческой задачи практически заканчивается после того, как модель построена и получена необходимая для решения информация. Дальше следует чисто техническая работа: вызов программы симплексного алгоритма и работа ее на ЭВМ.

Широкая область применения «ЛП-модели» объясняется в первую очередь вычислительными удобствами. Но главная причина их распространенности кроется в другом: в них заложено решение широко распространенной задачи планирования — задачи о балансировке ресурсов. Возникает она вот почему.

Как правило, ресурсы предприятия складываются годами, и к началу каждого планового периода предприятие уже располагает некоторым набором ресурсов, который изменить можно лишь незначительно. Если у предприятия есть 123 токарных и 87 фрезерных станков с соответствующим количеством рабочих, то резко нарушить это соотношение за год практически невозможно. В то же время предприятию может понадобиться изготавливать в этом году изделия, в которых в два раза больше токарных работ, чем фрезерных. При общем балансе это означает, что для выполнения программы необходимо 140 токарных и 70 фрезерных станков. Ясно, что если изготавливать только эти изделия, то часть фрезерных станков будет простаивать, а токарная группа будет перегружена. Поэтому производственная программа «разбавляется» другими изделиями. Вот ценность «ЛП-задачи» и заключается в том, что с ее помощью можно приготовить оптимальную «смесь» изделий, то есть такую производственную программу, когда ресурсы используются максимально.

Легко видеть, что, имея всего только два вида ре-

сурсов, задачу решить непросто, скажем, методом подбора или каким-нибудь другим методом, основанным на здравом смысле. Лишь методы «линейного программирования» позволяют найти оптимальный набор.

К сожалению, вычислительные удобства решения «ЛП-задач» иногда не помогают, а даже вредят делу, так как часто незадачливыми экономистами делаются попытки решать этим методом задачи, явно не описывающиеся моделью «линейного программирования».

Иногда в модели наблюдаются существенные нелинейные ограничения, а нелинейные задачи решаются очень трудно даже на ЭВМ. Чтобы обойти эту трудность, допускается определенная идеализация: нелинейное ограничение заменяется на линейное. При этом получается «ЛП-задача», которая хорошо решается. Правда, иногда такое решение плохо описывает экономическую ситуацию, то есть получается решение, имеющее довольно слабое отношение к реальной действительности.

Однако если тщательно изучить экономическую ситуацию с нелинейными ограничениями, то в ней нередко можно выделить часть, в которой линейная модель может быть полезна если не для принятия решения, то для описания или исследования. Ведь не зря в других науках, особенно в физике, линейные модели почти сплошь применяются для исследования нелинейных явлений. Так что при грамотном подходе и к этой сфере задач могут быть применены модели «линейного программирования».

— Как же решаются вопросы применения линейных и нелинейных моделей в сфере, о которой мы говорим, в сфере управления экономическими системами?

— Пока недостаточно хорошо. Практически все созданные экономические модели — линейные, а модели, связанные с управлением предприятиями, с внутризаводским планированием, и подавно. Причем можно выделить две степени недостаточности.

Плохо, когда линейная модель строится вместо нелинейной потому, что экономисты не умеют решать задачи с нелинейными зависимостями. Но совсем плохо, когда применяют линейную модель потому, что считают, что все должно быть линейно; и очень потом удивляются, когда действительность не совпадает с расчетами. Так, начинающий стрелок, уверенный, что

пуля должна лететь по прямой линии в центр мишени, недоумевает, что она попадает выше «яблочка», хотя он прицеливается очень тщательно. Примерно так же рядовой заводской экономист, слыхом не слыхавший про нелинейные модели, во внутризаводских плановых и экономических расчетах убежденно пользуется линейными моделями, а отклонения, вызванные нелинейностями, сглаживает всевозможными коэффициентами. Если в конце месяца на самом деле оказывалось все не так, как планировалось, — не беда: чем разбираться в



сути дела, проще по отчетным данным определить поправочный коэффициент и в следующем месяце поправить план на этот коэффициент. А если какая-нибудь голова в отраслевом институте еще и написала и разослала методику, в которой указано, что этот коэффициент в среднем по отрасли равен, к примеру, 1,08, то и совсем прекрасно, над его определением и думать не надо. Хорош ли этот принцип планирования?

Пусть трудовые затраты на одно изделие составляют 1000 нормо-часов. А на 10 изделий? Очевидный ответ: 10 тысяч — неправильный. Ведь при увеличении количества однотипных операций производительность труда рабочего увеличивается, снижаются расходы времени на переналадки, на исправление брака и пр.

Все это тот же заводский экономист знает, знает, но считает по простой формуле. И по этой же формуле оплачивает перевыполнение нормы. А здесь, оказывается, в одну кучу сваливаются и трудовой энтузиазм, и недостатки планирования.

Но это лишь один порок линейности. Второй, худший, заключается в следующем. Пусть по итогам выполнения плана выявится, что участок вместо 10 тысяч нормо-часов за месяц выпустил продукции, на которую по нормам надо затратить 12 тысяч. Не разобравшись и не исследовав, вследствие чего это получилось: из-за плохого ли планирования, плохого нормирования или благодаря хорошей работе, — экономисты просто вычисляют коэффициент выполнения норм: $\frac{12}{10}=1{,}2$ — и следующий план участку дают в 1,2 раза больший.

Как видно, подобное использование статистических показателей в плановых моделях фактически узаконивает недостатки планирования и нормирования. Все плановые расчеты пестрят коэффициентами ритмичности, поточности, сменности, использования рабочего времени и т. д. и т. п. И везде средние величины получены без достаточного статистического обоснования, а коэффициенты практически ничего не характеризуют в силу существенной нелинейности процессов...

Надо ли после этого отказываться от линейных моделей?

Нет. Надо лишь вдумчиво исследовать экономические процессы и строить модели, в достаточной степени отражающие действительность — модели линейные и нелинейные, в том числе и модели «линейного программирования»!

В настоящее время в экономической науке описано гигантское количество ситуаций, когда для принятия решения предлагается применять модели «линейного программирования». Однако нередки случаи, когда из-за недостаточного экономического анализа ошибочно пользуются этим методом и дискредитируют идею оптимизации с помощью линейных моделей. Вот одна из таких ситуаций.

На участке имеется два разных станка, на которых обрабатываются два вида деталей. Известно, сколько часов каждая деталь изготавливается на каждом станке, сколько времени может проработать каждый ста-

и какая прибыль будет получена от каждой дета- Требуется найти оптимальный план выпуска дета- Все данные по производству сведены в таблице 14.

№	Время обработки на станке № 1	Время обработки на станке № 2	Прибыль
1	10	40	400
2		80	
Ограничение по времени работы станков .	110	800	

Табл. 14.

Не правда ли, эта таблица очень похожа на «мебельную», составленную О. Бендером! В ней д[illegible] числа подобраны те же, чтобы без подробного анализа было ясно, что у этих двух задач одна и та же модель. Ясно, что и оптимальное решение задачи будет таким же — 8 деталей № 1 и 6 деталей № 2.

А можно ли было пользоваться в данном примере этой моделью? Оказывается, нельзя, так как между ситуациями огромная разница. В то время как «мебельная задача» имеет глубокий экономический смысл, задача о выпуске деталей практически его лишена. Если мебельная фирма выпускает готовые изделия — гарнитуры, то производственный участок изготавливает лишь части изделий, обрабатывает лишь детали, предназначенные для сборки изделий. И если каждый участок будет сам решать, какие детали ему производить, то вряд ли что удастся потом собрать. Как правило, в плане, что задается участку сверху, есть перечень, какие детали и в каком количестве необходимо изготовить. И считать прибыль в качестве критерия работы участка вряд ли целесообразно, так как в этом случае придется перестраивать все внутризаводские экономические отношения. Участки деталями ведь не торгуют!

Совсем другое дело, когда эта модель применяется при формировании производственной программы предприятия. Правда, и в этом случае возникают труднос-

ти, связанные с выбором критерия, о которых довольно подробно уже говорилось. Но это трудности, а не бессмыслица.

А вот пример неправомерного применения «линейного программирования» к решению «задачи о питании».

Организм человека испытывает потребность в некотором количестве питательных веществ, необходимых для поддержания определенного энергетического уровня. Поэтому в ежедневный рацион должны входить белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины.

Однако люди с большей охотой едят то, что им нравится, то есть разные лакомства и деликатесы, а не то, что в действительности необходимо организму, хотя по калорийности эта пища и полноценна.

Что такое калорийность? Это количество энергии, накопленной в пищевых веществах — белках, жирах и углеводах; энергетическая ценность пищевых продуктов, выраженная в калориях. Человек должен ежедневно принимать пищу калорийностью в 2500—5000 калорий.

Количество калорий, необходимых каждому человеку, зависит от выполняемой им работы, от физической активности, от пола, возраста, от географической широты (холодный или жаркий климат)

Пусть требуется определить набор продуктов, обеспечивающих потребность в питательных веществах, но с минимальной калорийностью.

Различные пищевые продукты содержат питательные вещества и витамины в разных пропорциях. Известны минимальные потребности человека в питательных веществах. Известна калорийность каждого продукта. Все данные сводятся в таблицу 15, которая весь-

Наименование продукта	Содержание				Калорийность
	белков	жиров	углеводов	витаминов	
Минимальные потребности					

Табл. 15.

ма похожа на таблицу все той же «мебельной задачи» и вызывает соблазн применить ее для построения модели линейного программирования». Надо заполнить графы и строки таблицы, произвести необходимые вычисления, и диета с минимальной калорийностью готова!

Однако попытки воспользоваться этим методом составления меню, как правило, разочаровывают. В зависимости от заложенных в набор продуктов то получается, что надо есть одни соевые бобы, то выходит, надо есть сырые овсяные хлопья «Геркулес» попоам с недоваренной свеклой.

Энтузиасты научной организации... питания пробоЛИ решать «задачу о диете» (минимизировать стоимость питания), заменив в последнем столбце таблицы калорийность продукта его ценой. Но опять получилась неувязка. Проведенный Институтом питания Академии медицинских наук расчет показал, что наиболее экономичная диета, хоть и удовлетворяла физиологическим требованиям, тем не менее не включала «ряд традиционных для населения продуктов, таких, как ржаной хлеб, капуста, говядина и крупа...». Что именно она тогда включала? Сотрудники института пожелали об этом умолчать, хотя отметили, что треску она содержала «в гораздо большем объеме, чем это определяется вкусами и привычками населения».

Таким образом, решение «задачи о диете» применительно к питанию человека, как правило, приводит лишь к практически неприменимым результатам. А вот почему бы не составлять по такому методу кормовой рацион для скота и птицы? Здесь дело даже не в том, что человек не станет есть всю жизнь одни соевые бобы, а корова станет. Во-первых, перечень продуктов, потребляемых человеком, чрезвычайно велик и, включив их все в таблицу, решить задачу практически невозможно. Во-вторых, минимизация стоимости питания никогда не числилась в перечне жизненных критериев человека. Иначе не были бы изобретены, например, бараньи котлеты в слойке. А вот выращивание товарного скота и птицы как раз подразумевает минимизацию затрат.

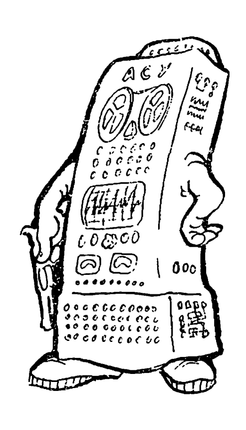
Есть еще и другие варианты «задачи о диете», имеющие широкое практическое применение. Они больше известны под названием «задача о смесях». В них оптимизируются смеси, встречающиеся в самых различ-

ных отраслях: смеси различных нефтепродуктов для получения авиационных бензинов с заданными свойствами, смеси нескольких шихтовых материалов для получения шихты, набор химических элементов, который удовлетворяет определенным свойствам и т. д.

Необходимо заметить, что метод «линейного программирования» уже понят и принят многими экономистами. В их число пока, правда, не входят рядовые заводские экономисты, но работники отраслевых НИИ, вузов, квалифицированные инженеры информационно-вычислительных центров довольно бойко пишут линейные неравенства. Под давлением времени они разобрались в его сущности, почувствовали его полезность и относительную несложность использования. К сожалению, это практически единственный математический аппарат, который более или менее широко применяется на практике. А хотелось бы, чтобы «широкие массы» увидели достоинства и смысл более сложного аппарата: нелинейного и динамического программирования, массового обслуживания, имитационных моделей и пр. Кроме уже описанных задач о диете, смесях и транспортной задаче, «линейное программирование» применяется в энергетике, металлургии, нефтяной промышленности, сельском хозяйстве и т. д. Интересным является применение его в таком деле, как техническая подготовка производства, например определение оптимального раскроя материалов. И все же наиболее эффективным линейное моделирование оказалось именно при составлении планов в различных сферах экономики, и особенно при использовании его в автоматизированных системах управления.



БОЛЬШЕ И ЛУЧШЕ





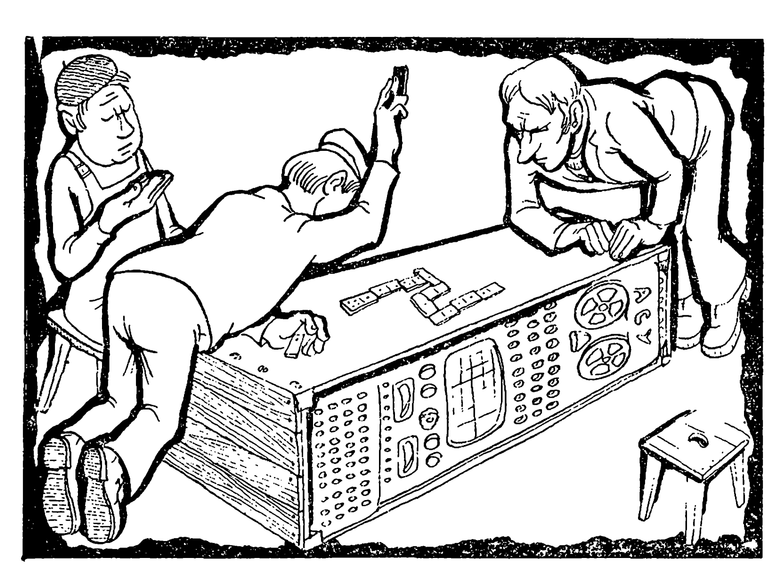
— Теория систем, теория принятия решений, линейное программирование — все это, конечно, интересно, но какое отношение имеет к АСУ?

— Самое непосредственное — созданные на их основе АСУ помогают принимать правильные решения.

— Но правильные решения надо принимать всегда, в любых ситуациях, независимо от того, есть АСУ или нет!

— В этом вы совершенно правы. Но именно при создании АСУ происходит ломка отживших традиционных методов управления и создаются предпосылки для внедрения нового оптимизационного подхода к принятию решений.

Собственно говоря, этот новый подход диктуется тем же самым принципом новых задач, о котором уже говорилось. Этот принцип гласит, что при автоматизации следует не просто перекладывать на ЭВМ традиционно сложившуюся методику управления, а разрабатывать новые методы, максимально использующие возможности ЭВМ.



Действует принцип новых задач как бы по двум направлениям. Во-первых, он призывает восстановить те задачи управления, которые не решались из-за информационного барьера. Во-вторых, он диктует пересмотр методов решения существующих задач, которые по вине того же информационного барьера еще решаются простыми и малотрудоемкими методами, дающими невысокую точность и малую эффективность результатов. В начале бесед было показано, как календарное планирование объемными (балансовыми) методами приводит к неточным, подчас неверным результатам. В то же время есть методы более точные. Правда, они весьма трудоемкие и в традиционной системе управления не могут быть использованы, так как людям не под силу справиться с таким огромным объемом вычислений. Внедрение же АСУ как раз и позволяет использовать новые, более трудоемкие, но зато и более эффективные методы решения.

Итак, при автоматизации появляется реальная возможность решать новые задачи управления и применять новые методы при решении старых задач. Несколько простых примеров помогут лучше понять новые идеи в организации производственного планирования.

Первый из них — «задача о шлюзе». Так как шлюз может пропустить одновременно только один корабль, то перед ним часто выстраивается очередь грузовых и пассажирских судов. Их простои невыгодны народному хозяйству и дорого обходятся пароходству, которое вынуждено платить всевозможные штрафы и пени. Величина штрафов зависит от времени простоя, причем зависимость эта для разных кораблей неодинакова. Можно ли облегчить это бремя, лежащее на плечах администрации шлюза? Можно, но для этого надо знать расписание прибытия судов к шлюзу. По нему потом просто определить несколько вариантов порядка прохождения их через шлюз и выбрать тот, который сводит минимуму время простоев и, следовательно, величину штрафа. А проделать все это можно при наличии АСУ

Следующий пример — это уже известная задача планирования работы производственного участка. Условия ее следующие: участку задан план в виде перечня деталей, которые должны быть изготовлены; технология изготовления деталей (порядок обработки деталей на станках участка), а также время обработки

детали на каждом станке известны. Известно также, что показатели работы участка зависят от порядка запуска деталей на станки. Значит, задача составления календарного плана состоит в определении оптимального порядка запуска деталей в обработку. А для этого надо перебрать довольно много вариантов этого порядка и выбрать наивыгоднейший.

Еще один пример — задача «проектирование сложного промышленного объекта». Обычно проектирование и создание достаточно большого промышленного объекта складываются из десятков, а иногда и сотен тысяч отдельных работ (операций), выполняемых многими коллективами-подрядчиками. Как правило, часть этих работ друг от друга не зависят, то есть они производятся разными исполнителями, и результаты одной операции не влияют на выполнение других. Назовем их работами первой группы. Однако имеются такие работы, которые никоим образом вести одновременно нельзя — это работы второй группы. Так вот, работы первой группы могут выполняться параллельно; работы второй группы образуют последовательную цепочку. Если эти зависимости изобразить графически, то весь процесс проектирования и создания объекта будет выглядеть в виде так называемого сетевого графика. Само собой разумеется, что вариантов сетевого графика может быть очень много, и задача состоит в том, чтобы с учетом ограниченности ресурсов выбрать такой порядок выполнения работ, который, не нарушая очередности следования их, минимизировал бы общее время создания проекта. Эта задача решается при создании любого большого объекта, поэтому такая система планирования получила широкое распространение как за рубежом, так и в СССР, и у нас она известна под названием «сетевое планирование и управление» (СПУ).

А вот пример из другой области — составление учебного расписания для факультета вуза. Каждый курс факультета разбит на потоки и группы. Со студентами проводятся следующие занятия: а) курсовые лекции — занят весь курс; б) потоковые лекции — занят поток; в) практические занятия — занята одна группа; г) лабораторные работы — занята часть группы; д) спецкурсы — поток разбивается на части, не совпадающие с группами.

В распоряжение факультета обычно выделяется некоторый аудиторный фонд, причем аудитории имеют разную вместимость. Ясно, что каждый преподаватель и группа (курс, поток) могут быть заняты лишь в одном занятии. Вариантов расписания можно составить огромное множество. Учитывать приходится и степень трудности лекций, и последовательность практических занятий и семинаров, и многое другое. Но крайне нежелательно в расписании наличие «окон». Поэтому составить расписание надо так, чтобы их было минимальное количество. Сделать это можно только на ЭВМ.

Стоит привести еще один пример — решение задачи планирования мультипрограммной работы электронной вычислительной машины. В настоящее время слова «электронная вычислительная машина» все чаще заменяются понятием «вычислительная система». Действительно, современная ЭВМ представляет собой комплекс автономно работающих специальных устройств, выполняющих в определенной последовательности операции по обработке информации. Чтобы полностью загрузить работой вычислительную систему ЭВМ, необходимо, чтобы в ней одновременно работали все устройства, то есть чтобы она одновременно решала несколько задач. При таком методе значительно увеличивается производительность ЭВМ. Поскольку при решении экономических задач приходится вводить и выводить огромные массивы информации, а ввод и вывод занимают много времени, то в промежутках между ними центральное вычислительное устройство фактически должно простаивать. Во избежание простоев задачи комбинируют таким образом: пока выводится информация одной из них, а вводится — другой, центральное устройство перерабатывает информацию третьей. Порядком запуска задач в машину занимается специальная программа-диспетчер, а режим работы системы называется мультипрограммным. Исходными данными для программы-диспетчера служит описание порядка, в котором решаются задачи, с указанием продолжительности каждой операции. Необходимо составить расписание работы ЭВМ так, чтобы время простоя основных устройств системы было минимальным.

Можно привести еще десятки примеров, когда приходится решать подобные задачи. Они встречаются во

всех областях деятельности человека. Что же в них общего?

Во-первых, все они связаны с планированием, то есть так или иначе в них прогнозируется деятельность человека, предприятия, организации на некоторый предстоящий период времени. Надо заметить также, что в процессе планирования осуществляется привязка операций и работ к календарным периодам. Поэтому эти задачи в практике известны под названием «задачи календарного планирования».

Во-вторых, как правило, все они многовариантные, а следовательно, оптимизационные. Откуда берется многовариантность, скажем, в задаче планирования работы участка, уже говорилось: от различных порядков запуска деталей в обработку. Аналогично и в остальных задачах различные порядки прохождения судов, различные наборы работ сетевого графика, различные порядки запуска задач на ЭВМ создают большое количество вариантов плана. Из них и выбирается самый подходящий, оптимальный, по критерию, указанному в задаче.

Итак, принципиально новый подход к планированию заключается в том, что система производственного планирования при наличии на предприятии АСУ строится на основе широкого использования экстремальных задач календарного планирования.

Тут может возникнуть вопрос: а что раньше, до АСУ, вопросы календарного планирования не решались? Ведь существовали и вузы и шлюзы! Мультипрограммной ЭВМ, как, впрочем, и обычной машины, правда, не было, так что незачем было составлять график ее работы, зато составлялись же железнодорожные расписания?

Да, действительно, задачи календарного планирования существовали и решались и до появления ЭВМ. Но ставились они как одновариантные и решались на основании опыта практиков-плановиков. Развитие экономико-математических методов позволило, во-первых, построить многовариантные оптимизационные модели календарного планирования, во-вторых, разработать методы решения задач. А ЭВМ помогает получить результат — оптимальный календарный план.

Любое производство можно условно разбить на два этапа: планирование и выполнение плана. Вся традиционная наука организации производства была нацеле-

а на исследование, разработку и улучшение второго этапа — выполнение и перевыполнение плана. То есть на увеличение выпуска продукции, на уменьшение затрат, на улучшение качества изделий по сравнению с плановым.

Календарное планирование в АСУ направлено на улучшение и первого этапа. При этом достигается несколько целей. Во-первых, оптимальный календарный план уже сам по себе содержит некоторый хозяйственный эффект по сравнению с неоптимальным — при одинаковых усилиях и выполнении плана будет выпущено больше продукции или затраты будут меньше и т. д. там, где план был оптимальным.

Во-вторых, в оптимальном плане предполагается более рациональное использование ресурсов, за счет чего и осуществляется оптимизация, то есть уменьшаются простои, пролеживания и прочие неприятные виды недоиспользования ресурсов.

И наконец, в-третьих, именно в процессе реализации оптимального плана можно по-настоящему оценить трудовые достижения коллектива. Всякий неоптимальный план содержит внутренние пороки организации производства. Они могут быть подмечены грамотными рабочими или мастерами, которые, устраняя их, легко выполнят и значительно перевыполнят задания. При работе по оптимальному плану перевыполнить его можно лишь за счет интенсификации труда, за счет индивидуальных трудовых достижений.

Вот почему внедрение системы оптимального календарного планирования оказывает сильное влияние не только на систему управления, но и на само производство.

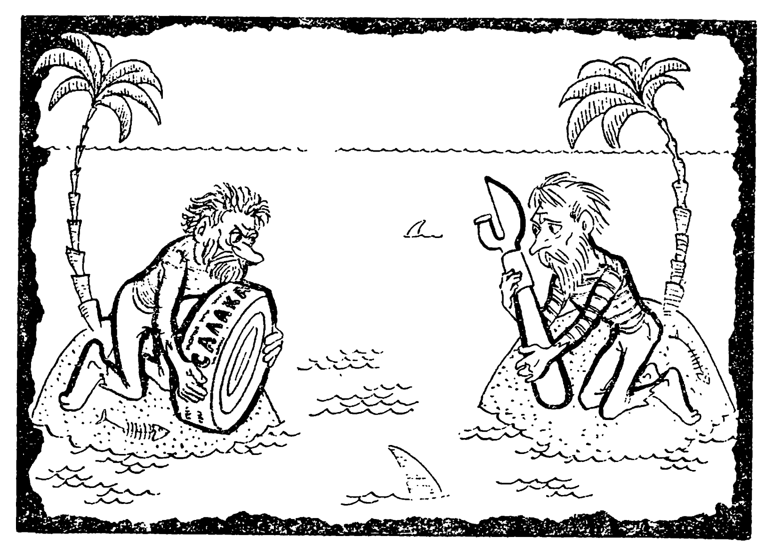
Таким образом, основная компонента системы «управление — планирование» при автоматизации коренным образом меняется. Практически весь сложный механизм планирования надо создавать заново, от разработки моделей до создания программ для ЭВМ и решения практических вопросов внедрения. В этом кроется одна из причин большой трудоемкости создания АСУ.

— Сейчас на предприятиях работает большая армия людей, которые занимаются планированием. Если вдруг их всех станут заменять машинами, то могут возникнуть неприятные проблемы...

— Ну о том, что вместо людей будет работать машина, еще рано говорить. Скорее не вместо, а вместе с людьми. Что же касается проблем, то их и без этого хватает.

Конечно, сразу кардинальным образом изменить существующую систему планирования нелегко. Ведь она складывалась под воздействием не только методов управления, но и многочисленных внешних факторов, таких, допустим, как взаимодействие с отраслью, с «соседями», с местной администрацией и пр. Как осуществлялось планирование на предприятии до внедрения АСУ? Обычно это делалось на нескольких уровнях.

На верхнем уровне решалась задача формирования производственной программы предприятия, то есть вырабатывался перечень изделий, которые будет выпускать предприятие в планируемом году.



Следующим уровнем являлось межцеховое планирование, в процессе которого производственная программа предприятия дробилась и распределялась по более мелким плановым периодам — кварталам и месяцам.

И наконец, на самом нижнем уровне — внутрицеховое планирование, — плановые задания доводились до каждого рабочего места.

Такая иерархия планирования была необходима. С одной стороны, верхний уровень предприятия, являясь частью отрасли, осуществлял общение предприятия с отраслью. Общение это продиктовано жизнью. Министерство, возглавляющее отрасль, свой план производства распределяет по предприятиям. Если бы критерии работы отрасли и предприятия были согласованы, то решение отраслевой задачи совпало бы с решением заводской. Однако, как говорилось, проблема согласования критериев пока удовлетворительно не решена. Кроме того, предприятие знает свои ресурсы лучше, чем вышестоящая организация, и может более качественно решить задачу полного их использования. Зная все это, министерство часто предоставляет своим предприятиям определенную свободу действия. Как воспользоваться этой свободой, и является заботой «верхнего уровня предприятия», является содержанием работы по составлению производственной программы предприятия. С другой стороны, «верхний уровень» должен свою сформированную производственную программу подкрепить подробным календарным планом, регламентирующим своевременное выполнение этих этапов производственного процесса. Проще говоря, в нем должно быть определено, что и когда каждый участник производственного процесса обязан делать.

Надо, однако, заметить, что составление всеобщего календарного плана, учитывающего загрузку каждого рабочего места, невозможно, хотя бы из-за чрезвычайно большой трудоемкости этого дела. В связи с этим возникла необходимость в промежуточном звене — межцеховом плане, который обязан координировать деятельность цехов и служб предприятия.

Существующая структура системы планирования возникла исторически и определялась объективными условиями, поэтому при автоматизации управления, то есть при внедрении АСУ, вряд ли целесообразно ее менять. Хотя на первый взгляд кажется, что применение ЭВМ делает ненужным средний уровень — межцеховое планирование. Может создаться впечатление, что столь мощное вычислительное орудие, как ЭВМ, позволяет сразу составлять календарный план на каждое рабочее место. Это, однако, лишь на первый взгляд.

Во-первых, ЭВМ не настолько пока мощны, чтобы

быстро выполнять такой гигантский объем вычислительной работы. Во-вторых, даже если бы это было возможно, целесообразность в проведении этой работы невелика. Действительно, пусть подобный гигантский календарный план работы всего завода и каждого рабочего места составлен на год. Десятки мелких нарушений в первые же дни приведут к тому, что он станет нереальным.

Таким образом, и при АСУ межцеховое планирование, при котором сначала предусматривается выполнение крупных этапов производства, сохранится.

Что же тогда нового вносит автоматизация? Самое основное — модели задач планирования каждого уровня: они становятся экстремальными.

Для начала стоит рассмотреть, как формируется производственная программа. Обычно предприятие задолго до начала планируемого года получает определенный набор заказов, который соответствует (а часто и превышает) его производственную мощность. С точки зрения предприятия, заказы можно разделить на более выгодные ну, скажем, заказы на изделия, уже выпускавшиеся ранее, и менее выгодные — совершенно новые. Естественно, ему хотелось бы в программу включить все более выгодные заказы. Но оказывается, надо подбирать такую «смесь» изделий, чтобы оптимально загрузить производственную мощность и использовать все ресурсы. В данном случае руководителям предприятия придется вспомнить, как формировала производственную программу фирма «Двенадцать стульев», и составить, может быть, такую же таблицу. В нее заносится весь перечень изделий, которые будут выпускаться, и виды ресурсов (по каждому виду ресурсов указывается также ограничение). После этого можно приступать к формированию целевой функции, выбору критерия. И вот тут аналогия с фирмой «Двенадцать стульев» заканчивается. Зато четко должен выявиться эффект автоматизации.

Формирование производственной программы настолько трудоемкая задача, что без ЭВМ ее решают так. Обычно составляют один-единственный вариант, редко два, исходя из некоторых простых практических правил, затем подсчитывают технико-экономические характеристики, и программа готова. И сколько вариантов при этом не только не рассмотрено, но даже

не   авлено! И может быть, среди этого бесконечного множества «смесей» изделий находилась наиболее выгодная! С внедрением же АСУ и ЭВМ появляется реальная возможность найти этот вариант. Но для этого необходимо глубже исследовать производственные процессы с целью выяснения, что же в действительности выгодно предприятию. А это очень непростой вопрос! В самом деле, что предприятию выгодно? Прибыль?

Дело в том, что считать прибыль в качестве критерия оптимальности в задаче формирования производственной программы, а также и в качестве критерия работы предприятия можно далеко не всегда. Об этом уже немного говорилось, когда выяснялось, каким должен быть критерий оптимальности. Однако, помня, что любое краткое изложение вопросов способствует заблуждениям, стоит остановиться на этой проблеме подробнее.

Прибыль предприятия образуется как разница между ценой и себестоимостью, а следовательно, зависит от этих двух показателей. Рассмотрим, как они формируются.

На прибыль сильно влияют два фактора: то, что цена устанавливается в централизованном порядке, и то, что распределение практически всей производственной продукции также осуществляется централизованно. Установление цен на новую продукцию осуществляется на основании плановых расчетов по себестоимости, и на одинаковую продукцию цены устанавливаются практически одинаковыми. Так, холодильники, телевизоры и прочие товары с одинаковыми параметрами — емкостью, размером экрана и т. д. — имеют примерно одну цену.

Второй фактор, влияющий на прибыль, — себестоимость, содержит в себе все затраты на производство, включая затраты на улучшение качества продукции, связанные с модернизацией оборудования, улучшением технологических процессов, улучшением условий труда и т. д. Таким образом, предприятие, которое идет на эти затраты, теряет прибыль, поскольку себестоимость его изделий увеличивается при постоянной цене. Каждый, наверное, обращал внимание, что, несмотря на обилие марок телевизоров и холодильников, покупатели спрашивают лишь одну-две, по которым и образует-

ся дефицит, остальные же, менее качественные, постоянно стоят на прилавках магазинов и продаются в кредит. Кто находится в более выгодных условиях: завод — изготовитель дефицитных телевизоров или плохих? Конечно, тот, который не повышает качество своих изделий, то есть плохих, ведь фактическая себестоимость его изделий ниже, цена такая же, как и на хорошие, следовательно, прибыль его больше!

Далее, себестоимость существенно зависит от объема производства. Чем больше объем, тем ниже себестоимость — это известный эффект массовости производства. Естественно что полукустарный цех ширпотреба, выпускающий несколько тысяч холодильников в год, не может по себестоимости тягаться со специализированным предприятием, с конвейера которого сходят миллионы таких же холодильников.

Вот и получается, что выделить прибыль в качестве основной характеристики работы предприятия удается очень редко и в крайне специальных случаях.

Аналогичная ситуация складывается и с другими показателями. Экономический анализ показывает, что ни один из них в качестве единственного критерия использоваться во всех случаях не может. Есть, конечно, отдельные предприятия, работающие в особых условиях, когда один какой-нибудь показатель полностью характеризует работу данного предприятия. Чаще всего это либо объем товарной продукции, либо качество, либо себестоимость. Как правило же, такого единственного показателя найти не удается, и приходится рассматривать сразу несколько.

— Как же так — несколько? Ведь тогда рушится фундамент теории — принцип единственности критерия!

— Ну нет, этот принцип остается незыблемым, создается только видимость его нарушения.

— Хорош принцип, видимость которого отлична от его сущности!

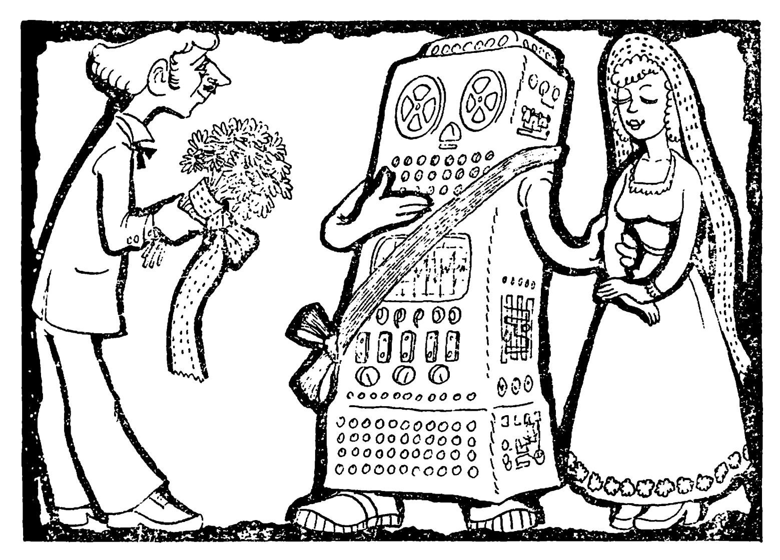
— Ничего не поделаешь; экономических задач, при решении которых приходится учитывать несколько критериев, довольно много.

— И как же в этих случаях поступать?

— Все их сводить к одному.

Чтобы объяснить, откуда в той или иной ситуации появляется многокритериальность и как от нее избав-

ляются на практике, надо рассмотреть одну не для всех простую жизненную ситуацию. Некто решил жениться, и, не имея достаточного опыта в подобных делах, обращается в гипотетическую брачную контору, которая подбирает невест, ту самую контору, целесообразность которой столь живо дебатировалась в нашей прессе. В конторе его встречает приветливый сотрудник — большой специалист в области исследований операций. После традиционного обмена приветствиями и осторож-



ного выяснения, туда ли попал клиент, куда хотел, сотрудник приступает к делу.

— Прежде чем решать проблему, я хотел бы ознакомить вас с методом представления э-э... брачных объектов в нашей информационной системе. Каждый объект у нас довольно подробно характеризуется набором из 50 параметров, численные значения которых определяются опытными экспертами. Вот вам для примера протокол заседания комиссии экспертов по вновь поступившим объектам (табл. 16).

Таким образом, каждая кандидатура в невесты представлена последовательностью из пятидесяти чисел. (Например, Даша, — это 5, 6, 150, 72, ...)

«Наш «суперЭВМ» по запросу выдаст вам всю последовательность параметров и, наоборот, по списку

Параметр	Маша	Даша	Глаша
Ум — показатель интеллекта (в балл.) .	7	5	3
Красота (в балл.) .	4	6	7
Рост (в см) .	170	150	162
Вес (в кг)	60	72	51

Табл. 16.

значений параметров назовет вам все имеющиеся в наличии кандидатуры. Прошу ваш список параметров.

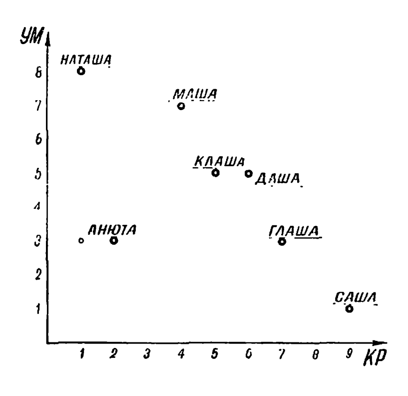
— Но у меня нет никакого списка. Мне нужна невеста!

— Любая?

— Ну, не совсем любая... В общем, желательно, чтобы она была самая лучшая...

Сотрудник бюро иронически улыбается. Ситуация, по-видимому, складывается довольно знакомая.

Позвольте, я помогу вам разобраться в том, чего вам хочется. Но сначала несколько пояснений к методу. Вам, наверное, известно, что если какие-либо объекты характеризуются упорядоченным набором чисел, то они могут быть представлены точками в многомерном пространстве? Если чисел пятьдесят, то и пространство представления пятидесятимерное. Так как пятидесятимерное пространство представить себе трудно, ограничимся для начала двумя параметрами объекта — пусть это будут «ум» и «красота». Ясно, что все имеющиеся в нашей картотеке невесты могут быть представлены точками в двумерном пространстве параметров. И вот в этом-то пространстве параметров очень удобно искать... э-э... необходимый объект (см. рисунок слева).



Итак, начинаем. Вам хочется, чтобы она была самая лучшая. В каком смысле: самая красивая или самая умная?

— Ну, конечно же, самая умная.

— Вот и чудесно, вот вам фотография невесты. Ее зовут Наташа.

Жених бросает взгляд на фотокарточку. В следующее мгновение на его лицо уже тягостно смотреть. Сотрудник бюро предупредительно протягивает стакан воды.

— Ну, что же вы хотели при показателе красоты, равном единице? Страшна, спору нет. Зато умней ее у нас объекта нет. Восьмерка по уму — это не шутка.

— Не нужно мне это страшилище даже с десяткой по уму! Неужели у вас нет ничего получше?

— Что значит получше? Красивее? Пожалуйста, вот вам фотография Саши. Девять баллов за красоту.

— Изумительно! Восхитительно!! Женюсь!!!

— Но учтите, дорогой друг, — звучит охлаждающий голос сотрудника, — показатель интеллекта — единица — это не так уж много. Она в анкете в каждом слове сделала в среднем по две грамматические ошибки, по всем тестам чистый ноль... Вы знаете, что она здесь отмочила? Вспомнить смешно... В общем, я бы на вашем месте крепко подумал... Хотя, впрочем, если вы уверены, что это именно то, что вы хотели...

— Да, ни в чем я не уверен! Хочется, чтобы была и умна и красива, в общем, ...самая лучшая!

Теперь уместно выйти ненадолго из брачной конторы, чтобы разобраться, какое отношение все это имеет к формированию производственной программы предприятия. Оказывается, те, кто ее составляет, довольно часто попадают в положение клиента брачной конторы. Дело в том, что оценка работы предприятия, как уже упоминалось, ведется по целому ряду технико-экономических показателей. Это и объем реализованной продукции, и расходование фонда зарплаты, и прибыль, и многое иное. По всем этим параметрам вышестоящая организация устанавливает плановый уровень, или, проще, «предельную цифру», которая должна быть достигнута. За выполнение и перевыполнение плана, за достижение этих цифр предприятие стимулируется, и когда решается вопрос — как скомплектовать наилучшую производственную программу, то в первую оче-

редь определяют, по каким показателям она должна быть наилучшей. Ведь они, в общем, различны и даже противоречивы. Например, увеличение объема продукции ведет к увеличению расходования фонда зарплаты, а его желательно минимизировать. Объем реализации продукции и прибыль тоже не очень дружны: для увеличения первого показателя предприятию выгодно производить дорогие изделия, в которые входят дорогие покупные узлы, детали, материалы, а для увеличения прибыли выгодно производить изделия, цена на которые значительно превышает себестоимость. Вот и приходится ломать голову над тем, что такое наилучшая производственная программа, при которой достигается максимум прибыли, минимальный расход фонда зарплаты или максимальный объем реализованной продукции.

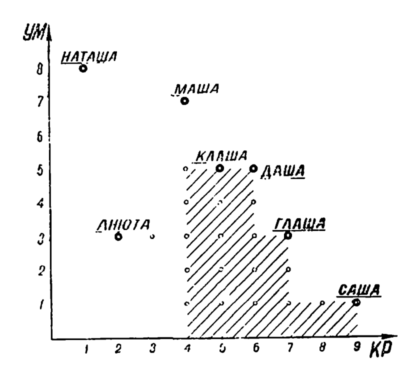
Надо заметить, что существует еще ряд неформальных характеристик заказов, которые вообще, кроме экспертов предприятия, никто оценить не может. И здесь, составляя производственную программу, экономисты и оказываются в положении жениха в брачной конторе.

Итак, перед женихом, недоумевающим по поводу своих желаний, неизменно приветливый сотрудник и пространство параметров.

— Я, — начинает сотрудник, — если не возражаете, задам вам несколько вопросов. Первый: какое качество вы все-таки предпочитаете, ум или красоту?

— Пожалуй, все-таки ум.

— Хорошо, а могли бы вы оценить минимальный балл по красоте, который бы вас устроил.



— Я, в общем, затрудняюсь, но пять, по-моему, вполне достаточно.

— Ну, вот и прекрасно, невеста найдена. Ее зовут Даша.

Поясним. Задача сотрудника конторы и жениха в новой формулировке звучит так: найти в допустимой области точку с максимальным баллом по интеллекту, у

которой показатель красоты не менее пяти. На рисунке заштрихована та область, точки которой соответствуют нужному показателю красоты (рис. на стр. 122). Видно, что в этой области наивысшим показателем интеллекта обладают Клаша и Даша, но Даша на единицу красивее Клаши, ее и под венец.

Для производственной программы это означает, что всех технико-экономических показателей выбирается один, наиболее важный в качестве критерия, а на остальные накладываются ограничения, и задача становится обычной однокритериальной задачей «линейного программирования».

Пусть наиболее важным показателем на предприятиях какой-либо отрасли является прибыль. Тогда критерием в задаче «линейного программирования» будет прибыль. А производственная программа предприятия будет формироваться так, чтобы прибыль была максимально возможной при заданных или принятых ограничениях на все другие параметры и показатели: ограничения на расход ресурсов, ограничения на объем реализации продукции, ограничения на расход фонда зарплаты и т. д. И тогда задача составления программы окажется довольно простой.

Но можно представить себе ситуацию, когда жених мог бы сказать сотруднику брачной конторы и «нет», и диалог мог бы развиваться по-другому, например:

— Могли ли бы вы оценить минимальный балл по красоте, который бы вас устроил?

— Пожалуй, нет.

Сотрудник не обескуражен.

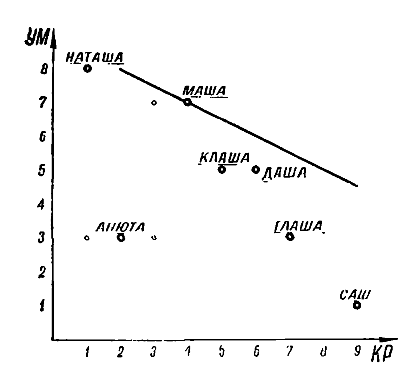
— Тогда, может быть, вы сможете дать хоть какую-нибудь количественную оценку своих желаний. Например, во сколько раз ум в женщинах привлекает вас больше, чем красота.

— Трудно сказать... Допустим, в два раза.

— Сейчас посмотрим. Ваша избранница, несомненно, Маша.

— А как вы это определили?

— Очень просто. Если в ваш критерий ум вносит в два раза больший вклад, чем красота, то критерий может быть в терминах «линейного программирования» сформилурован так: максимизировать 2·УМ+ + 1·КР.



Методы «линейного программирования» позволяют определить оптимум. На рисунке слева видно, что это точка с параметрами Маши.

В решении задачи формирования производственной программы предприятия данный способ означает, что делается попытка выработать единый критерий, так или иначе отражающий все показатели работы предприятия. В качестве такого критерия может быть выбран объем отчислений в фонд экономического стимулирования предприятия, включающий премии. Он выражается в виде линейной функции от других показателей и аналогичен той функции, которая выражает желания жениха. Коэффициенты, показывающие вклад каждого показателя в функцию, определяются из соответствующих нормативных документов.

Недостатком такого способа определения критерия является то, что в нем трудно учесть те реакции вышестоящей организации на производственную программу предприятия, которые недостаточно полно формализованы и не закреплены в виде нормативных документов. К примеру, неизвестно, как отнесется эта вышестоящая инстанция к перерасходу фонда заработной платы при условии перевыполнения плана по дефицитной продукции: то ли просто укажут, то ли премию урежут... Поэтому иногда коэффициенты функции корректируются опытными заводскими экономистами, которые значительно достовернее могут оценить их, так как учитывают значительно больше факторов.

Перечисленные способы избавления задач от многокритериальности не единственные. Эта проблема настолько обширна, что для решения ее существует много разных других, и среди них способ так называемой «последовательной оптимизации». Впрочем, может оказаться непонятным, зачем этих способов решения так много. Нельзя ли найти один, наилучший и все многокритериальные задачи решать с его помощью? Или они все плохие?

Нет, вся беда в сложности проблемы. Идет ли речь о формировании производственной программы, о выборе невесты или об автоматизации конструирования технического устройства, ситуация, в общем, одна и та же: имеется много возможных вариантов решения — от нескольких десятков в брачном случае до невообразимого количества (практически бесконечного) в производственной программе. И каждый вариант характеризуется некоторым набором параметров, численные значения которых известны. Предполагается также, что есть человек — эксперт, который интуитивно может из двух произвольных вариантов определить лучший. Но просмотреть все их бесчисленное множество и из них выбрать лучший ему не под силу, не говоря уж о том, что ему не под силу составить эти варианты. И вот тут-то на помощь приходит математика. Она, правда, не может принимать решение за человека и определять, какой из всех вариантов наилучший. Но ею разработано несколько хороших приемов сокращения множества вариантов за счет отбрасывания бессмысленных и заведомо бесперспективных с точки зрения оптимальности. Эти приемы наглядно иллюстрируются в упомянутом пространстве параметров для объектов брачной конторы. Первый довольно понятный прием вытекает из следующего рассуждения. Как следует из рисунков, Анюта не может рассматриваться в качестве претендентки на невесту, так как есть Глаша, у которой параметр УМ такой же, как у Анюты, а параметр КР больше. Даже Клаше не повезло, так как у Даши при равном значении параметра УМ значение КР больше на единицу. Итак, ясно, что подавляющее большинство точек области, а именно все внутренние и некоторые граничные точки области можно не рассматривать. Оптимальными могут быть лишь крайние точки, которым соответствуют Наташа, Маша, Даша, Глаша и Саша.

Однако для задачи формирования производственной программы и крайних точек очень много. Поэтому разработаны также правила отбора оптимальных точек из множества крайних точек.

Решение многокритериальных задач — прекрасный пример, как математика помогает человеку справляться с трудными экономическими задачами. Но без электронных вычислительных машин говорить об этом

нет никакого смысла. Только при наличии ЭВМ можно ставить такие сложные задачи и пытаться их решать. Как это будет протекать?

Можно представить себе такую картину. Человек сидит за терминалом — так называется выносной пульт ЭВМ — и рассматривает только что напечатанную таблицу, которая не что иное, как производственная программа со всеми технико-экономическими параметрами. Человек недовольно хмурится, бормочет что-то вроде: «А если поднажать по токарям...» — и печатает что-то на пишущей машинке. Сейчас же из алфавитно-цифрового печатающего устройства следует ответ с вариантом решения... И так до тех пор, пока человек не решит: «Ну это уже, кажется, можно показать людям!» Подобная картина не из далекого будущего; это реальность уже наших дней. Остался, правда, еще один вопрос, относящийся к многокритериальности. Ну а если эксперт не сможет количественно сформулировать своих желаний? Что, если наш жених на все настойчивые вопросы сотрудника брачного бюро не в состоянии сказать ни «да», ни «нет»?

Ответить на этот вопрос несложно. Если жених при этом продолжает настаивать на наилучшей невесте, то сотрудник конторы, несколько усталый, но все еще вежливый, предложит ему самому выбирать себе невесту, предложив данные всех сразу: Наташи, Маши, Даши, Глаши и Саши (то есть все множество крайних точек). У жениха (эксперта) есть один-единственный способ — он должен просмотреть все их данные сам и выбрать, по его мнению, наилучший вариант, даже не указывая способа оценки.

При формировании производственной программы ЭВМ также будет последовательно выдавать эксперту все множество крайних точек, чтобы он выбрал оптимальный вариант. Кстати, это множество крайних точек называется «оптимальным по Парето» (по имени ученого, который предложил эту методику выбора). Заметим, что количество таких вариантов может быть чрезвычайно велико. Но что же делать, если эксперт не хочет сообщить никакой информации о своем способе выбора? Ведь практически любая информация о предпочтении одного варианта перед другим может быть использована для построения метода автоматического отсечения бесперспективных вариантов. Но если эко-

номист не хочет или не умеет высказать свои требования ЭВМ, то ему придется работать самому.

Стоит обсудить еще один, последний вопрос: есть ли шансы у Анюты выйти замуж?

Хотя ясно, что эта проблема больше демографическая, чем экономическая, тем не менее ее можно решить методами и этой науки. Шансы у Анюты, по-видимому, есть. Во-первых, рассматривалось пространство только для двух параметров. Если ввести в рассмотрение третий параметр, скажем доброту, то с учетом его Анюта может оказаться и крайней точкой, и оптимальной невестой. А во-вторых, при выборе подруги жизни оптимизационные методы пока не являются обязательными, чем эта область человеческой деятельности существенно отличается от экономики.

— Итак, производственная программа предприятия сформирована и известно, что надо выпускать и сколько. А когда выпускать — это, по-видимому, не очень сложная задача?

— К сожалению, это не так.

— Что вы имеете в виду?

— Трудности по составлению календарных межцеховых планов.

Конечно, в массовом производстве, когда в год выпускается 600 тысяч автомобилей, ясно, что в месяц их должно сходить с конвейера по 50 тысяч, а в квартал по 150 тысяч штук. Но вот большому приборостроительному заводу поручено изготовлять в год 600 видов измерительных приборов — от 100 штук до 10 тысяч штук каждого вида. Как поступить здесь? Выпускать в каждый месяц приборы всех видов или ежемесячно по 50 видов? А если судостроительный завод рассчитан на выпуск 12 судов в год, означает ли это, что каждый месяц он должен строить по одному судну?

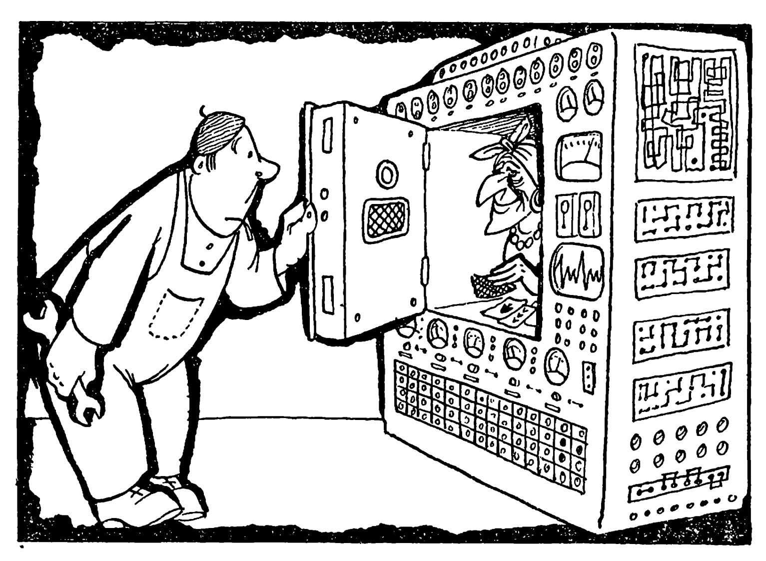
Ответы на эти вопросы и составляют сущность межцехового планирования.

Календарное планирование вообще является ключевым и определяющим моментом в любой системе управления. Без его понимания трудно уяснить, откуда получается экономический эффект при внедрении АСУ. А ведь большая часть его приходит именно за счет внедрения оптимизационных методов в планирование и оперативное управление.

Итак, межцеховое планирование. Как правило, оно

производится с точностью до месяца, то есть намечаются работы, которые данный цех должен делать каждый месяц. Реже составляются поквартальные планы, но методика планирования остается той же.

Среди многих факторов, определяющих тип производства, составители плана выделяют один, оказывающий решающее влияние на форму межцехового планирования. Это длительность производственного цикла изготовления каждого изделия, то есть время, необходимое для его изготовления. Оказывается, одно дело,



если это время меньше месяца, и другое — если больше!

Если длительность производственного цикла меньше месяца, то цех можно рассматривать как уменьшенную копию всего предприятия, а составление его плана — как то же формирование производственной программы предприятия. В самом деле, имеется цех со своими ресурсами — оборудованием и рабочей силой. Из годовой производственной программы цеха, которая является частью производственной программы предприятия, необходимо выбрать такой набор деталей на каждый месяц, чтобы цех во все месяцы работал оптимально. Поскольку на изготовление каждого изделия необходим некоторый набор ресурсов, то фактически встает все та

же рассмотренная уже задача: подобрать оптимальную «смесь» изделий. Если рассмотреть уже упоминавшееся приборостроительное предприятие, то схема решения задачи межцехового планирования будет такая.

Сначала по каждому из 600 видов приборов определяется, в каком цехе какой вид изготавливается, то есть формируются годовые производственные программы цехов. Затем каждому цеху ставится задача «линейного программирования»: разбить годовую программу на месячные, с тем чтобы работа цеха была оптимальной. Ограничения при этом могут быть следующие: 1) сумма месячных выпусков цеха по каждому изделию должна быть не меньше, чем запланированный годовой выпуск; 2) потребность во всех видах ресурсов в каждый месяц не должна превышать имеющиеся мощности (это ограничение ведется по всем видам ресурсов: по рабочей силе, по лимитированным материалам, по заработной плате и т. д.).

Наиболее сложным вопросом является выбор критерия оптимальности. Что подразумевать под «оптимальной» работой? Чаще всего это требование равномерной загрузки оборудования или равномерной загрузки рабочей силы.

Следует пояснить союз «или».

Обычно на предприятии рабочих больше, чем станков. Рабочий работает восемь часов в сутки, а станок может и двадцать четыре. Было время, когда наши предприятия работали почти везде в три смены. Постепенно народное хозяйство крепло и насыщалось техникой, что привело к тому, что практически везде, кроме предприятий, на которых непрерывная работа диктуется технологическими особенностями, третья смена была ликвидирована. В дальнейшем на соотношение «оборудование — рабочая сила» оказал сильное влияние создавшийся и все увеличивающийся в промышленно развитых районах страны дефицит рабочей силы. В настоящее время подавляющее число предприятий имеет коэффициент сменности работы оборудования 1—1,5. Это означает, что почти все оборудование, кроме особо ценного, работает в одну смену. Это также означает, что, не будь дефицита рабочей силы, предприятие свободно могло бы увеличить свои производственные мощности. И это означает, кроме того, что лимитирующим ресурсом, как правило, является не

оборудование, а рабочая сила. Следовательно, требуется равномерно, то есть каждый месяц одинаково, загрузить рабочую силу. А поскольку за год загрузка равна максимуму того, что рабочие могут сделать (так сформирована производственная программа предприятия), то значит, что и каждый месяц она должна быть максимальна. А может она быть не максимальной? Ну конечно. Например, все из-за той же непропорциональности потребных и наличных ресурсов. Скажем, для изготовления партии приборов требуется десять слесарей и десять наладчиков, а в цехе работают двенадцать слесарей и восемь наладчиков. Изменить же это соотношение невозможно, поскольку производственные мощности предприятия складываются годами. Значит, каждую новую производственную программу необходимо приспосабливать к структуре производственных мощностей. Вот тут-то и пригодятся возможности задачи «линейного программирования» по составлению оптимальных «смесей» из различных изделий.

Иногда вместо равномерной загрузки рабочей силы предлагаются другие критерии для межцехового планирования, скажем, равномерность выпуска продукции в стоимостном выражении, максимальное укрупнение партий и пр.

Возникает вопрос: почему в этой задаче много критериев? Ведь, кажется, главной целью межцехового планирования должно быть обеспечение достижения цели предприятием. А раз цель одна, то и критерий вроде бы должен быть один.

Видимое противоречие здесь объясняется некоторой путаницей между понятиями «цель» и «критерий». Основная цель предприятия — производственная программа — должна выполняться безусловно. Но учитывая, что вариантов выполнения ее много, возникает вопрос о выборе наилучшего. А по какому признаку оценивать? Что считать критерием? Вроде бы, бесспорно, себестоимость! Но на себестоимость влияет много факторов: это и равномерность загрузки рабочей силы, и серийность, и т. д. Вот один из них, вносящий максимальный вклад в себестоимость, и следует оптимизировать.

Надо заметить, что все эти вопросы возникают исключительно при автоматизации, с внедрением АСУ.

Обычно межцеховое планирование, так же как и формирование производственной программы, настолько трудоемко, что без помощи ЭВМ удается составить один-два варианта по простым практическим правилам. Применение же ЭВМ не только позволяет составить множество вариантов и выбрать из них лучший, то есть взять на вооружение оптимизационный метод, но и заставляет глубже исследовать экономические процессы, понять и разрешить многие проблемы управления предприятием.

На этом, пожалуй, можно и окончить, впрочем, далеко не полный перечень трудностей, которые возникают при автоматизации межцехового планирования.

— Фактически речь идет о составлении производственной программы для каждого цеха, почему же этот вид планирования называется «межцеховым»?

— Когда длительность цикла изготовления изделия меньше месяца, название «межцеховое планирование» в действительности носит чисто символический характер. Оно скорее обозначает тот уровень, на котором составляется план.

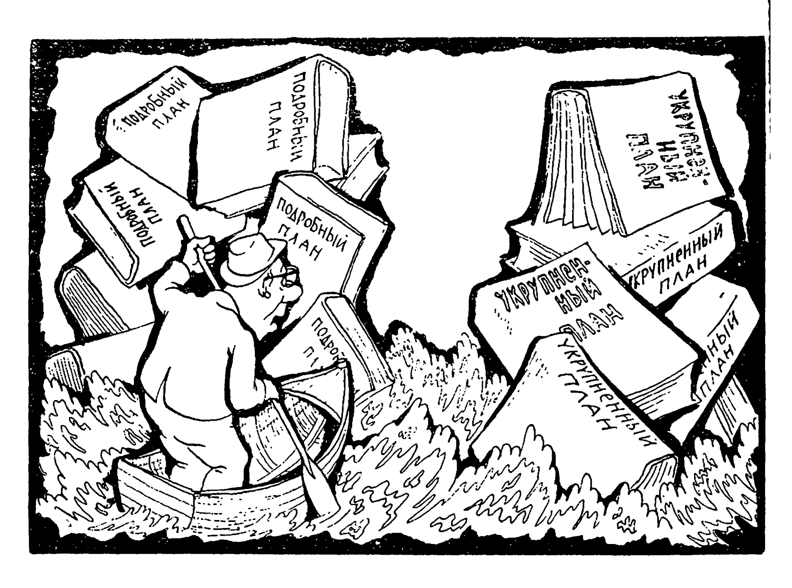
На предприятиях, как уже говорилось, существует три уровня планирования: общезаводской, межцеховой и внутрицеховой. Межцеховой уровень полностью называется «распределением производственной программы предприятия по плановым периодам» и под этим названием в основном и фигурирует.

Межцеховое планирование выполняет две функции. Во-первых, оно необходимо как некоторая укрупненная программа действий, устойчивая к мелким нарушениям хода производства. Во-вторых, это план координации работы цехов по выпуску сложной продукции.

Когда цех выпускает простые изделия, имеющие короткие циклы изготовления, то межцеховая кооперация незначительна, и вторая функция межцехового планирования — координационная — несущественна. Но она становится определяющей, когда цикл изготовления увеличивается и значительно превышает месяц. Сложные изделия, состоящие из большого количества деталей, в этом случае подвергаются разнообразной обработке и поэтому «гуляют» по цехам предприятия. Допустим, необходимо собрать самолет. Длительность цикла изготовления такого сложного изделия может превышать полгода. Это означает, что если требуется

выпустить машину в небо в июле, то заготовки для пер вых деталей надо иметь уже в январе. А сколько де необходимо сделать перед началом заготовительны операций! И все это надо спланировать, указать, в ка ком цехе что и когда сделать, когда и куда доставить, чтобы все своевременно было на сборке. В этом случа межцеховое планирование является наиболее важны фактором управления на предприятии.

На отсутствие опыта в планировании на таком уровне трудно пожаловаться: в наши дни систем меж-



цехового планирования существует значительно больше, чем предприятий, а соответствующей литературой можно было бы, пожалуй, оклеить земной шар, и, возможно, даже неоднократно. Чем же объяснить такое изобилие?

В основном тем, что организация внутризаводского планирования и управления отдана в ведение самого предприятия. По ряду причин, разговор о которых пойдет ниже (многообразие типов, объемов производства, способов организации производства), пока нет достаточно ценного методического руководства и теоретического обоснования, в которых были бы изложены принципы и приемы этого вида планирования. Такое положение со-

дает чрезвычайно большой простор для активной самодеятельности! Как и в футболе, где все считают, что обладают высоким профессионализмом и в любой момент готовы подать ряд ценных советов тренеру сборной СССР, так и в управлении заводом любой работник имеет собственное мнение о том, как должна быть организована система межцехового планирования. Время от времени появляется эдакий самоучка-энтузиаст, талантливый и неугомонный, который доказывает всем, что существующая система межцехового планирования никуда не годится и надо внедрять новую, разработанную им. Статистика показывает, что, как минимум, раз в десять лет на каждом предприятии внедряется новая система планирования. Если учесть, что эта система не похожа ни на предыдущую, ни на системы других предприятий, одним словом, ни на что не похожа, то станет ясно, почему систем больше, чем предприятий.

Конечно, надо признать, что корни этого явления лежат значительно глубже спортивного энтузиазма. Глубина эта объясняется тем, что составление межцеховых планов чрезвычайно трудоемко. Уже приводился пример не очень крупного станкостроительного завода, который выпускает около 200 наименований станков, состоящих в среднем из 5 тысяч деталей и узлов. В этом случае необходимо спланировать своевременное изготовление около одного миллиона деталей, своевременную сборку их в узлы, своевременную подачу деталей и узлов на общую сборку и т. д.; при этом надо учесть, что в процессе изготовления каждая деталь проходит несколько цехов. Сущность межцехового планирования как раз и заключается в том, чтобы указать каждому цеху, какие детали ему изготавливать и какие узлы собирать в каждый месяц. Отсюда появляются гигантские размеры задачи с громадными потоками информации, порождающими гигантскую трудоемкость решения. Люди опять сталкиваются с информационным барьером! Как реакция на все эти трудности и усложнения, появляются системы планирования, в основе которых лежит одна идея — укрупнение. Авторы их пытаются объединить как-нибудь управляемые объекты, создать из них более крупные единицы, чтобы любым способом избежать этого «проклятия гигантских размеров». В результате как грибы растут всевозможные «суткокомплекты», «машинокомплекты», «техком-

плекты». А это, как правило, приводит к созданию далеко не удовлетворительных систем планирования, потому что при чрезмерном укрупнении плановой единицы теряется конкретность планирования и эффективность управления. Вот он, узкий проход между Сциллой и Харибдой, который оставляет информационный барьер! Подробный план составить нельзя, а укрупненный неэффективен.

Есть еще одно свойство межцехового плана, которое, в общем, неочевидно — это его многовариантность и вытекающая из нее, наводящая ужас на плановиков трудоемкость его составления. Она отметает всякую мысль о том, что можно сформировать несколько вариантов плана и среди них увидеть лучшие и худшие и выбрать из них наилучший, то есть оптимальный. А идея оптимизации в межцеховом планировании не менее важна, чем идея координации, ибо игнорирование или неправильная реализация как той, так и другой приводит в конечном счете к одному и тому же — увеличению себестоимости.

В отношении координации это понятно. Если какую-нибудь деталь забыли включить в межцеховой план, то затем ее придется изготавливать в пожарном порядке, и она обойдется значительно дороже и увеличит себестоимость изделия. Если же при составлении межцехового плана пренебречь идеей оптимизации, то ресурсы предприятия (рабочие, станки и т. д.) окажутся неравномерно загруженными, что приведет опять же к увеличению себестоимости за счет оплаты простоя в одни месяцы и оплаты сверхурочных работ в другие.

Поскольку во всех существующих неавтоматизированных системах управления идея оптимизации (выбора наилучшего варианта) полностью игнорируется, то, автоматизируя составления межцехового плана, приходится чуть ли не заново создавать всю систему. Что же можно улучшить, вооружившись ЭВМ и используя экономико-математические методы при планировании?

Во-первых, вполне возможно значительно увеличить подробность планирования, хотя и не до уровня отдельных операций, которые являются объектом внутрицехового планирования, планировать более мелкие этапы изготовления изделий, настолько мелкие, насколько это необходимо для данных конкретных условий управления.

Во-вторых, можно значительно точнее учитывать связи между этапами изготовления и очередность их выполнения. Традиционный подход к планированию предполагает последовательное выполнение этапов. В реальном же производстве часть их всегда осуществляется параллельно. Необязательно, например, сначала отливать все заготовки деталей, а потом изготавливать все детали. Заготовок можно сделать лишь часть, а остальные делать параллельно с изготовлением деталей из уже имеющихся. На языке календарного планирования это означает, что этапы изготовления изделия увязаны между собой в сетевой график, который значительно правильнее отражает производственный процесс, а следовательно, способствует более успешному планированию.

В-третьих, экономико-математические методы предполагают наличие в своем арсенале алгоритмов взаимной увязки сетевых графиков изготовления всех изделий с учетом ограничения по ресурсам и с оптимизацией по необходимому критерию. В результате применения такого алгоритма получается оптимальный межцеховой календарный план.

Полученный таким путем план может рассматриваться с двух точек зрения, или, как говорят в производстве, в двух разрезах. С одной стороны, это и будет межцеховой календарный план, который необходим руководителям предприятия для координации работы цехов и контроля за процессом изготовления изделия. С другой стороны, на базе его можно составить перечень того, что каждый цех должен делать каждый месяц, то есть будет составлена производственная программа цеха на месяц. Заметим, что она при этом будет уже сбалансирована с мощностью цеха.

— Теперь, когда методы автоматизации разработаны, разнобой в системах планирования, по-видимому, кончился?

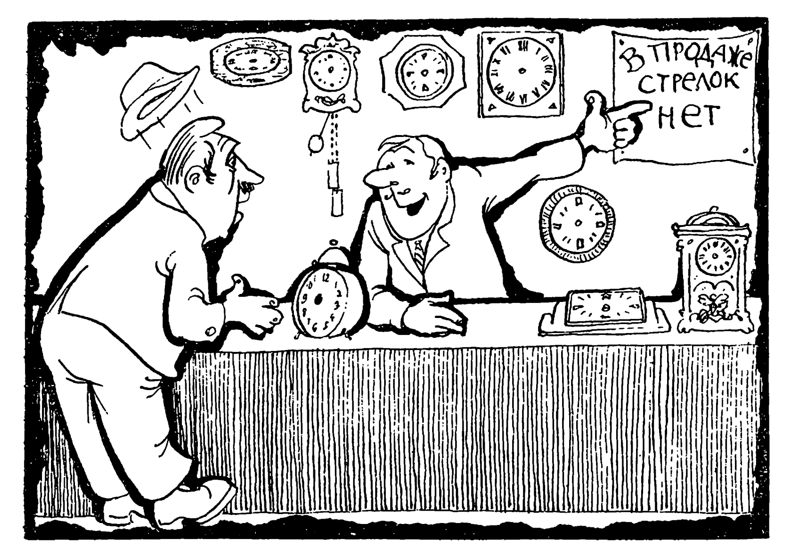
— Кончился бы, если бы в производстве не действовал еще один фактор, существенно влияющий на стройность этих систем.

— Кажется, учтено уже все?

— Вы забыли, наверное, что в формуле АСУ есть слагаемое «плюс организация»!

Каждые 22 секунды с главного конвейера Волжского автозавода сходит новенький, сверкающий автомо-

биль «Жигули». Это значит, что каждые 22 секунды к главному конвейеру должен быть подан комплект деталей — несколько тысяч разнообразных «кусочков» этого автомобиля, от кузова до винтика. Своим ритмом — 22 секунды — главный конвейер задает ритм жизни всему предприятию. Как крупная река питается притоками, так и главный конвейер по ходу движения «подпитывается» вспомогательными конвейерами и поточными линиями. Ритм каждого конвейера, каждой поточной линии, каждого рабочего места равен или



кратен 22 секундам, как говорят, согласован с ритмом главного конвейера.

Рабочие места в поточных линиях максимально специализированы. Каждый рабочий выполняет одну операцию на специально предназначенном для этой цели оборудовании. При этом им достигается максимальная производительность труда, наилучшее использование материалов.

Так налажено массовое производство — 660 тысяч автомобилей в год.

Это, безусловно, самый совершенный тип производства. Совершенство это объясняется тем, что практически любые затраты на усовершенствование его организации окупаются. В самом деле, если обнаруже-

зможность сократить трудоемкость операции на ину минуту, то этой возможностью надо немедленно пользоваться, так как она дает готовую экономию в 660 тысяч минут, то есть 11 тысяч часов в год рабочего времени. Если предложен новый технологический процесс, внедрение которого экономит на изготовлении детали 100 граммов металла, то его, безусловно, надо внедрять, так как это приведет к годовой экономии в 66 тонн. Вот почему уже при проектировании завода массового производства конструкторы и технологи до мелочей продумывают не только конструкцию изделия и технологический процесс изготовления его, но и расположение оборудования, согласование ритмов работы все рабочих мест, в общем, все, вплоть до рациональных движений рабочего. Планирование такого массово- производства предельно простое: каждые 22 секун- и т. д.

Массовое производство — это идеал организации, управления и экономичности, это мечта каждого, кто занят в управлении производством. К сожалению, деалов очень мало и не на всех хватает. Кроме того, все изделия промышленности нужны народному хозяйству в количестве 660 тысяч штук в год. Так, средних токарных станков достаточно примерно 12 тысяч штук в год. В этом случае создавать главный сборочный конвейер с ритмом выпуска в 20 минут (такой ритм обеспечивает выпуск 12 тысяч станков в год, 50 штук в день), в общем, нецелесообразно. 50 станков в день можно собрать и непосредственно в сборочном цехе, не затрачивая средства на установку конвейера дорогостоящим оборудованием. Делается это так.

Бригада сборщиков начинает монтировать несколько станков сразу и доводит монтаж до конца. Естественно, что для этого нужны детали и узлы станков. Механические цехи и цехи узловой сборки должны поставлять в день 50 комплектов этих деталей. Изготовление их тоже ведется не так, как в массовом производстве: здесь одной операцией рабочего не загрузишь, 12 тысяч деталей он может обработать меньше чем за месяц, а что ему делать в оставшиеся месяцы? Переходить к другой операции? В этом случае теряется преимущество узкой специализации рабочего — он должен учиться делать эти другие операции, которых может быть десяток, иногда несколько десятков.

Можно организовать работу, конечно, и так: рабочий обработал сначала 12 тысяч одних деталей, потом 12 тысяч других и т. д. Абсурд такой организации очевиден. Последняя деталь при таком управлении появится лишь в конце года, и все ранее изготовленные изделия должны лежать и ждать эту деталь. А ведь на сборку каждый день должно прибывать 50 комплектов.

Вот почему изготовление 12 тысяч деталей расчленяется на куски — партии. Каждый рабочий в течение какого-то времени обрабатывает сначала партию одних деталей, потом других, третьих и т. д. Потом цикл начинается снова. Все детали сдаются на склад, который и выдает на сборку по 50 комплектов в день и следит за комплектностью своих запасов.

Выпуск станков, как уже замечено, тоже осуществляется партиями. Их еще называют сериями, за что все производство получило название серийного.

Конечно, серийное производство менее эффективно, чем массовое. Во-первых, из-за оборудования: оно должно быть универсальным, то есть настраиваться и переналаживаться на десяток различных операций, а универсальное оборудование менее эффективно, чем узкоспециализированное, рассчитанное на массовое производство. Во-вторых, при переходе от одной операции к другой производительность труда рабочего падает: он ведь тоже «переналаживается». Можно добавить и «в-третьих» и «в-четвертых».

Но серийное производство тем не менее существует по объективным причинам и, несмотря на меньшую эффективность по сравнению с массовым, наверняка будет существовать и впредь.

Планирование в серийном производстве в основном сводится к двум элементам. Первый — это определение оптимальных размеров партий обрабатываемых деталей, собираемых узлов и станков. То, что эта задача непростая, видно из следующих соображений. С одной стороны, «чем больше, тем лучше»: увеличение размеров партии благоприятно сказывается на увеличении производительности труда (рабочие привыкают) и на сокращении времени переналадок. С другой стороны, «чем меньше, тем лучше»: большие партии деталей занимают много места для хранения, что увеличивает затраты и «замораживает» много материала и труда — все это лежит без пользы. Вот и приходится выбирать

некоторое среднее решение — оптимальный размер партии.

Второй элемент — это определение запасов, или, как говорят производственники, заделов. Устанавливаются эти запасы так. Из цехов на склад постоянно поступают партии деталей и узлов. Склад каждый день должен выдавать на сборку определенное количество (в нашем примере 50) их комплектов. Цель планирования и заключается в том, чтобы точно намечать, когда именно на склад должны поступать детали и узлы, чтобы не происходили перебои в выдаче их на сборку. Зная длительность циклов изготовления изделий, можно рассчитать даты выдачи комплектов на сборку, вернее, определять самые поздние даты выдачи, после которых наступает аварийная ситуация. Сдвигая эти даты на более ранние или более поздние сроки, определяют тем самым величину необходимых запасов и заодно решают задачи по оптимизации загрузки ресурсов цеха.

Таково серийное производство.

Но есть в семье типов производства и совсем «урод» — это индивидуальное производство. Ярким примером его может служить опытное производство какого-нибудь крупного научно-исследовательского института или конструкторского бюро, которое по заказу промышленности разрабатывает и доводит до опытных образцов несколько сот различных изделий в год. К этому же типу относятся и такие предприятия, как судостроительные заводы, хотя продукция их совсем иная. Горьковский завод «Красное Сормово», например, изготавливает сухогрузные суда сериями примерно по десяти штук, и тем не менее каждое судно делается индивидуально и запускается в производство раз в полгода. В этих условиях сразу изготовить одинаковые детали на все суда невозможно, так как к последнему судну хранить их придется чуть не пятилетку.

Каковы же характерные черты у индивидуального производства?

Во-первых, оборудование на нем самое универсальное, на котором можно выполнять разнообразные операции. Во-вторых, рабочие также универсалы и, как правило, высокой квалификации, способные достаточно качественно выполнять все мыслимые операции. В-третьих, все работы практически уникальны и, следовательно, очень трудоемки, так как исполнителю

приходится, кроме самой операции, подолгу налаживать оборудование.

Можно назвать еще ряд черт, которые также показывают, что индивидуальное производство крайне неэффективно. Но и обойтись без него тоже нельзя: наладить массовое производство не прошедших испытания изделий нельзя, а потребность народного хозяйства в некоторых из них крайне остра. Поэтому и такой «неэкономичный» тип производства завоевал право на существование. Более того, в настоящее время две трети предприятий машиностроения имеют индивидуальное и мелкосерийное производство, причем количество таких предприятий все время увеличивается. Объясняется это тем, что сейчас, в эпоху научно-технической революции, число новых типов установок, машин, приборов и аппаратов, новых изделий все время растет, и растет быстрее, чем растет число предприятий, предназначенных для их изготовления.

Единственное средство увеличения эффективности индивидуального производства — это некоторое искусственное повышение серийности. Достигается оно объединением одинаковых или даже только похожих деталей из разных изделий в более или менее крупные партии. И если такое объединение возможно, то к нему прибегают; прибегают, даже если это связано с увеличением запасов.

Какое же отношение типы производства имеют к многообразию моделей планирования? Ведь три типа производства, помноженные на два вида длительности производственного цикла, дают всего шесть возможных вариантов организации системы планирования на предприятии.

Увы! Названы лишь три числа объемов, которые ярко выражают типы производства: 660 тысяч — массовое, 12 тысяч — серийное, одно изделие — индивидуальное. Но какая пропасть лежит лишь между единицей и 12 тысячами! Если выпускается изделие в количестве 500 штук в год, то как назвать такое производство? Индивидуальное оно или серийное? А если 1000 штук? Конечно, люди придумали им разные названия: мелкосерийное производство, среднесерийное, крупносерийное. Но дело ведь не в словах! Дело в том, что вслед за определением объемов выпуска изделий наука об организации производства немедленно выдает

такую «смесь» методов организации, что ни индивидуального, ни серийного производства в ней не узнаешь. А каждый тип организации производства требует своей методики планирования, так что появляются и совершенно неповторимые системы планирования, полностью индивидуализирующие процессы управления предприятием! Вот чем вызвано к жизни «системотворчество».

И последний удар по классификациям и систематизациям наносит тот факт, что чистых типов производства вообще в природе не бывает — на любом предприятии присутствуют практически все типы производства: от крупносерийного, иногда массового до индивидуального. Станкостроительный завод «Красный пролетарий», например, кроме крупносерийного производства среднего токарного станка, изготавливает еще около 4 тысяч шестишпиндельных полуавтоматов в год более сотни наименований специальных токарных станков — от одного до нескольких десятков штук каждого наименования. Каким термином характеризовать его производство? Какие методы применять при построении системы планирования?

Конечно, методы есть. Но они опять сводятся к индивидуализации» системы планирования. И так практически на всех предприятиях. По-видимому, это неизбежно.

Зависимость системы планирования от типа производства позволяет понять причину отсутствия успеха и типизации проектов АСУ. Какая уж тут типизация, если каждое предприятие представляет собой уникальный «коктейль» типов производства.

Есть, правда, робкая надежда, что все это пережитки прошлого, и, как всякие пережитки, сойдут со сцены, и новые предприятия будут создаваться с «чистым» типом производства. Однако действительность рассеивает эти мечты. Волжский автомобильный завод — новейшее предприятие, на котором, по определению, должно быть только массовое производство, — тоже изготавливает серии запасных частей и еще всякую всячину почти по всему спектру типов производства.

— Тип производства, по-видимому, оказывает влияние не только на межцеховое планирование?

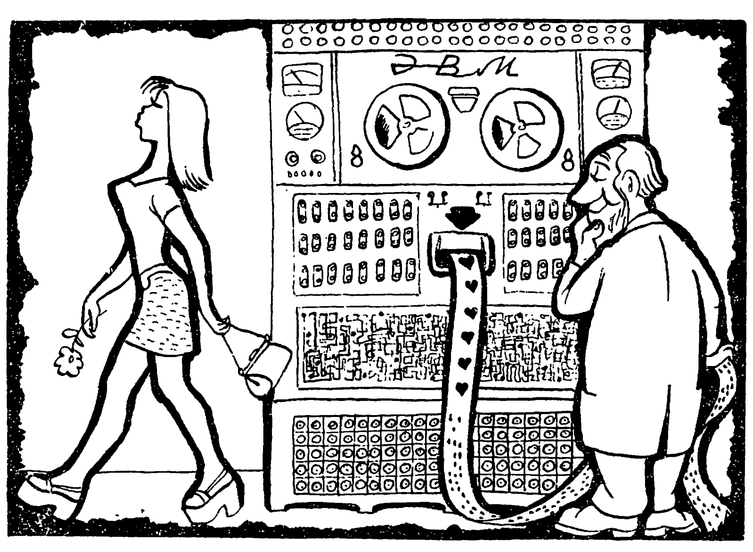
— Естественно. И формирование производственной программы, и межцеховое планирование, и в особен-

ности внутрицеховое должны соответствовать типу производства.

— А почему «в особенности», как вы сказали, для внутрицехового планирования?

— По ряду причин.

Наиболее сильное влияние на внутрицеховое планирование тип производства оказывает, во-первых, потому, что именно в цехе проявляются особенности организации, так как здесь расположены поточные линии, станки и прочие рабочие места, так как здесь осуществляется обработка и движение заготовок, деталей, узлов, то есть всего, что носит общее название предметов труда. Во-вторых, если на предприятии, как правило, сосуществуют различные типы производства, то цехи стараются специализировать не только по типу



производства, но даже по отдельным изделиям производственной программы, если это возможно. На том же станкостроительном заводе «Красный пролетарий» есть механические и сборочные цехи для крупносерийного и такие же цехи для мелкосерийного производства, то есть эти два типа производства практически обособлены. Таким образом, если межцеховое планирование ориентируется на некоторую индивидуальную для данного предприятия смесь типов производства, то внутри-

цеховое планирование разрабатывается для более или менее чистого типа. Возможны, правда, смеси типов производства и внутри цеха, но это встречается реже.

В-третьих, цех представляет собой самостоятельную хозяйственную единицу и имеет право сам формировать систему планирования, что дает определенный простор для учета специфики производства.

Можно перечислить еще ряд немаловажных причин, но и так ясно: организация внутрицехового планирования в очень большой степени зависит от типа производства.

Целью внутрицехового планирования является доведение плана до каждого рабочего места, то есть дальнейшая конкретизация производственной программы предприятия. Практически этот этап планирования состоит в переходе от планового задания цеху на месяц, которое было сформировано в процессе межцехового планирования, к плановому заданию для каждого рабочего на каждую смену. Если в качестве объектов межцехового планирования рассматривались детали и партии деталей, то во внутрицеховом планировании объектом является операция — работа, которую один рабочий выполняет, однажды наладив свой станок, подготовив свое рабочее место.

При массовом производстве в том или ином цехе изготавливается обычно один или несколько типов деталей, требующих для своего создания очень небольшого количества операций. В силу этого имеется возможность за каждым рабочим закрепить лишь одну операцию. Планирование в таком цехе будет в основном заключаться в определении количества операций и количества готовых деталей и узлов, которые надо произвести за смену. Дело это относительно простое, производственной информации приходится перерабатывать не так уж много, поэтому при создании автоматизированной системы управления на предприятии задачи автоматизации внутрицехового планирования для этого типа производства в число первоочередных вряд ли войдут.

То ли дело серийное производство. Здесь количество наименований деталей в цехе уже значительное — достигает сотен. Каждый рабочий выполняет от десятка до нескольких десятков операций. Объемы информации становятся значительными — здесь и данные о техноло-

гическом процессе, и о нормативах времени выполнения операций, и нормы расхода материалов, и сведения о наличии материалов, заготовок, инструмента и прочего материального обеспечения производства.

При составлении плана такого цеха необходимо каждому рабочему указать, какую конкретную работу и в какую смену он должен делать в процессе производства детали, как эта деталь проходит по технологической линии, состоящей из десятка станков. Планирование в этом случае представляет собой довольно сложную задачу, к тому же больших размеров, и решить ее можно только на ЭВМ, что дает значительный эффект за счет оптимизации плана и за счет увеличения оперативности планирования.

После всего сказанного создается впечатление, что в индивидуальном и мелкосерийном производстве без автоматизации внутрицехового планирования вообще не обойтись. В самом деле, огромная номенклатура изготавливаемых деталей подавляет, и человек не может даже охватить взглядом всю производственную информацию. В цехе, скажем, судостроительного завода за месяц изготавливается до 80 тысяч разных деталей, и определить, какой рабочий какую деталь и когда будет делать, можно разве что по простым правилам типа — «загружай свободного рабочего любой работой». Надежда только на ЭВМ; кажется, именно она со своими огромными вычислительными возможностями способна, во-первых, хранить все эти гигантские объемы информации; во-вторых, составлять календарные планы выполнения каждой операции на каждом рабочем месте. А он, кажется, так необходим, поскольку здесь, в индивидуальном производстве, номенклатура из месяца в месяц меняется, и, чтобы выполнить в такой быстро меняющейся обстановке производственную программу, этот огромный календарный план надо составлять на каждый месяц.

Все это так, и тем не менее самая ожесточенная дискуссия по вопросу применения ЭВМ во внутрицеховом планировании завязалась именно в связи с индивидуальным производством.

Возражения противников автоматизации здесь довольно весомы. Во-первых, индивидуальное производство очень неустойчиво и изобилует срывами, говорят они, в нем много разных деталей, много различных за-

готовок и материалов, много различного инструмента, — это создает условия для бесчисленных мелких нарушений, вроде отсутствия нужного инструмента, недостаток материала, срыв сроков подачи заготовок; к этому добавляются нарушения, общие для всех типов производства, — отсутствие рабочих на работе по уважительным причинам, поломки станков и прочее. Так что отличный, тщательно составленный на ЭВМ календарный план — эта огромная бумажная простыня в несколько метров длиной — сразу же начинает срываться. В первый день из него выполняется только 80—90 процентов запланированных операций, во второй — 60—70; в третий — 50 процентов, а дальше на него и просто не обращают внимания, так как он уже никакого смысла не имеет. А бессмысленный план — это хуже, чем вообще отсутствие плана, ибо такой вдобавок еще дискредитирует идею автоматизации планирования, дескать, машина — дура, черт знает что напланировала, а ты тут ломайся, выкручивайся! Так что огромная работа по составлению календарного плана проводится впустую.

Во-вторых, этот план и составить не так просто. Чтобы учесть в пооперационном календарном плане такой большой объем данных, надо затратить очень много времени (даже на ЭВМ!). Заниматься же им надо сравнительно часто — не реже одного раза в месяц. В-третьих, при составлении такого календарного плана приходится сталкиваться с нехваткой необходимой информации и отсутствием точных норм длительности выполнения каждой операции. Если в массовом и серийном производстве время точно отнормировано, то в индивидуальном производстве установление его часто осуществляется по аналогии, по типичности работ на группу однородных деталей. Фактически же эта «однородность» чисто условная, и нормы весьма приблизительно отражают реальные затраты времени на производство операции.

Немаловажным является вопрос: как ЭВМ распределит работы между исполнителями? Оборудование в цехе сведено, как правило, в однородные группы: токарные станки, фрезерные, сверлильные и т. д. И если деталь необходимо обрабатывать на токарном станке, то в принципе ее можно обрабатывать на любом станке токарной группы. Но это только в принципе. Реально же

приходится принимать во внимание габариты станка, степень его изношенности, влияющую на точность изготовления, квалификацию рабочего, наконец, личные качества рабочего, которые определяют его индивидуальную производительность при выполнении конкретной работы. И чтобы ЭВМ могла эффективно распределить работы, надо всю эту информацию «выучить» у мастеров и ввести в нее. А это очень трудоемко.

Примерно так противники автоматизации внутрицехового планирования аргументируют свою позицию и делают вывод, что пока его следует оставить в ведении людей, специально подготовленного персонала.

Но и сторонники автоматизации имеют в запасе довольно сильную аргументацию.

Основной их козырь — это «человеческие факторы» в управлении (уже появился и такой термин!). Номенклатура индивидуального производства настолько велика, что ни один мастер не может спланировать выполнение всей производственной программы целиком. Он «видит» ее только по частям и, естественно, принимает лишь некоторые локальные решения и, следовательно не может предвидеть всех их последствий, и говорить о какой-нибудь «рациональности» его решений, тем более об оптимальности, бессмысленно. ЭВМ же с составлением такого плана справится без труда.

Что касается распределения заданий по рабочим согласно их способностям, то в этом деле возможности ЭВМ превышают возможности мастера и преимущество оказывается на стороне машины. Действительно, допустим, что мастеру, хорошо знающему производительность труда каждого рабочего, необходимо распределить работу так, чтобы суммарная производительность участка была максимальной. Для этого ему потребуется, как уже говорилось, решить задачу исследования операций — «задачу о назначениях»! А решить ее без ЭВМ он (да и не только он!) не в силах и в лучшем случае поступит по простому правилу: «загружай рабочего с наибольшей производительностью», которое никогда не приводило к оптимальному распределению. ЭВМ же и экономико-математические методы при наличии соответствующей информации помогут ему довольно легко (трудоемкость решения «задачи о назначениях» для машины невелика) найти оптимальное решение.

Наконец, сильным аргументом является и такой факт. Мастеру, как и любому человеку, присущ некоторый субъективизм. В условиях индивидуального производства и связанной с ним нечеткостью нормирования существующие нормы выработки оказываются различны по напряженности их выполнения. Это приводит к тому, что все работы как бы делятся на «выгодные» и «невыгодные». Распределяя их, мастер вольно или невольно поручает «выгодные» одним, а «невыгодные» другим и может неосознанно создать неблагоприятный нравственный климат на участке. Экономико-математические методы совершенно исключают такую неприятную ситуацию, так как при распределении работ ставят во главу угла такой объективный критерий, как максимизация суммарной производительности участка.

Что касается трудностей, связанных с недостатком внутрицеховой информации, то они преодолимы. Если информация существует, то она может быть зафиксирована и на машинных носителях — это доказал весь опыт автоматизации управления.

Серьезной является проблема устойчивости производства и связанная с ней проблема достоверности планирования и надежность планов. Но и здесь больше аргументов за автоматизацию планирования, чем против. Во-первых, нет никакой необходимости составлять план на месяц, если можно планировать работу и на более короткий промежуток времени, вплоть до смены (ЭВМ с ее громадной возможностью вычислять это позволяет). Во-вторых, производство — это объект, движущийся к цели — к выполнению производственной программы, а календарный план — это управляющее воздействие, которое направляет его по некоторому пути к этой цели. По теории управления такая система не может эффективно функционировать без обратной связи. Роль обратной связи на производстве играет учет выполнения плановых заданий. Если при составлении каждого последующего плана оперативно учитывать результаты выполнения предыдущего, то это существенно повысит его достоверность, и он станет действенным инструментом управления. Процесс составления последующих плановых заданий с использованием учетных данных в теории называется регулированием, а вся система с обратной связью — системой с оперативным управлением. Следовательно, и наша

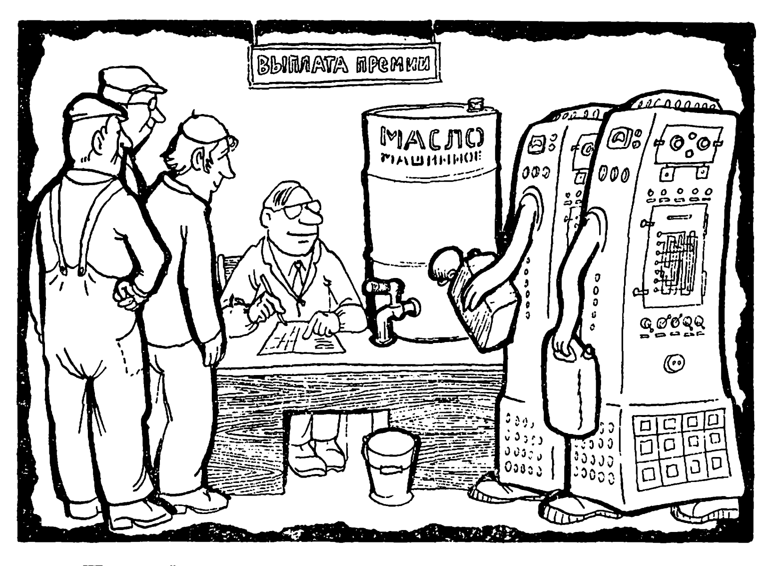
автоматизированная система внутрицехового планирования, чтобы быть эффективной, должна строиться как система оперативного управления.

— Так надо автоматизировать внутрицеховое планирование или нет?

— Если принять во внимание еще некоторые проблемы, которые приходится решать в цехе, то ответ окажется единственным — безусловно, надо.

При составлении внутрицехового плана важным являются связи его с системой материального стимулирования и, конечно же, фактическое распределение работ между рабочими. Кроме них, есть другие серьезные проблемы, о которых лишь вскользь сказано, например, такие, как структура системы внутрицехового планирования, составление сменного задания, и иные.

Предполагается, что внутрицеховое планирование осуществляется в несколько этапов, или, как говорят в асуповской науке, система состоит из нескольких за-



дач. Первый этап решает задачу согласования плана цеха с месячной программой предприятия. Вызван он тем, что цех — это самостоятельная хозяйственная единица со своей целью, которая несколько отличается от цели предприятия. Сейчас, когда роль материального стимулирования понята и поднята до высокого смысла,

размер материального поощрения можно считать главной целью цеха. Проще говоря, цех должен работать так, чтобы получить максимум вознаграждения, наибольшую премию.

Поскольку общезаводские органы формируют как производственную программу цеха, так и условия материального поощрения, то, казалось бы, они могли бы так задать цеху производственную программу, чтобы при ее выполнении он получил максимум премии. Однако это не совсем так. Не говоря о трудностях, связанных с правильным заданием условий стимулирования, а также неопределенностями, приводящими к неполной согласованности критериев цеха и завода, есть еще одна причина — цех значительно лучше, чем общезаводские планирующие органы, знает свои ресурсы, их текущие изменения, фактическое состояние, скрытые резервы и т. д. Поэтому, какой бы хорошей ни была бы спущенная сверху производственная программа цеха, ее трудоемкость будет все же отличаться от его производственных мощностей.

А если производственная программа составлена неправильно, то часть рабочих будет перегружена, а часть недогружена. Проблему же недогрузки приходится решать внутри цеха, так как на производстве существует аксиома: рабочий должен быть в достаточной степени обеспечен работой; если он выполнил норму, то обеспечь его работой сверх нормы. Ему нет дела до того, что у вас плохая система планирования. Рабочий хочет хорошо поработать и хорошо заработать. Долг управленческого персонала — обеспечить его работой, необходимой в данный момент предприятию.

А как исполнишь этот долг, если производственная программа цеху скомплектована неправильно? Тут и возникают всякие согласования, всевозможные корректировки и уточнения.

Как поступать в данном случае? Для этого рекомендуется комплектовать цеху производственную программу не жестко, а с некоторой свободой. Сделать это довольно просто.

В производственной программе всегда есть часть деталей, которые должны быть, безусловно, изготовлены, иначе сорвется выполнение производственной программы завода, — это так называемая обязательная номенклатура. Но есть детали, которые без особого ущерба

можно изготовить и в следующий месяц. Вот ее-то, эту необязательную часть, и надо расширить. Тогда цех будет иметь возможность некоторого выбора и сможет более правильно строить свою программу. В этом случае может быть сформулирована оптимизационная задача цеха, которая неплохо описывается моделью «линейного программирования», а в качестве критерия может быть взята, например, равномерная загрузка рабочих по профессиям. Ограничениями при таком планировании являются номенклатура и объем. А их общезаводские службы планирования задают жестко.

Вторая задача в цепи планирования — это составление календарного плана, то есть составление пооперационного плана на месяц. Все высказанные ранее возражения о его бесполезности сводились к тому, что он негоден как руководство к действию. Наверное, это правильно. В системе же планирования ему отводится совсем иная функция. Действительно, то, что плановое задание согласовано со структурой производственных мощностей, еще не означает, что оно будет гладко и без препятствий выполняться. Сложный технологический порядок прохождения деталей может привести к неизбежным пролеживаниям деталей. Если учесть еще небольшие отклонения от сбалансированности, которые иногда допускаются, то может получиться задержка в выпуске важных для сборки деталей. И тем не менее именно в этой ситуации календарный план, являющийся моделью выполнения производственной программы, особенно остро необходим. Полученный на ЭВМ, он заранее указывает на все неувязки, которые могут возникнуть в процессе работы, на ЭВМ же можно заранее «проиграть» его и увидеть, как будет цех работать весь месяц и что произойдет в реальном производстве, он поможет руководству цехом заранее принять меры по расшивке узких мест: добавить, если надо, третью смену, передать работу более квалифицированному рабочему, увеличить приоритет детали. Короче, он поможет наметить наилучший путь выполнения производственной программы. И пусть известно, что из-за мелких нарушений этот путь не будет пройден в точности, но направление его будет правильным. В этом смысл календарного плана.

А для мастера в качестве руководства к действию он, конечно, не годится; не годится и из-за громоздко-

сти и из-за неустойчивости. Руководство к действию здает третья и последняя задача в системе планирования — формирование сменного задания.

Уже говорилось, что календарный план неустойчив. При его составлении на месяц вперед практически невозможно учесть ежедневную обеспеченность производства заготовками, материалами, инструментом, приспособлениями. А другая аксиома производства гласит: нельзя задавать рабочему работу, не обеспеченную материальными ресурсами! Как же быть?

Обычно при формировании сменного задания из календарного плана выбираются те операции, которые на сегодня обеспечены, а необеспеченные откладываются, и вместо них берутся операции из плана следующего дня. В традиционной системе управления вся эта работа выполняется мастером. Следовательно, при передаче ее на ЭВМ фактически делается попытка автоматизировать работу мастера. С этой целью для машины должна быть создана программа, моделирующая работу по планированию квалифицированного работника управления. Но, кроме рутинной части, состоящей принятии мер для обеспечения материальными ресурсами и по включению в сменное задание обеспеченных операций, эта работа содержит и плохо формализуемые элементы, требующие творческого подхода. Среди них наиболее сложными являются, во-первых, вопросы, связанные с выбором, что включать в сменное задание, если не все работы обеспечены ресурсами; во-вторых, как распределить однотипные работы между рабочими.

Первую проблему «автоматизации мастера» — формирование обеспеченного задания — удается решить более или менее успешно, анализируя календарный план. Поскольку он составлен на длительную перспективу, то из него в сменное задание можно включать операции из последующих дней с тем условием, что в дальнейшем, когда пропущенные операции будут достаточно обеспечены, их можно было бы включить в последующие сменные задания.

Вторая проблема — распределение работ между рабочими — сложнее, зато она вызвала к жизни несколько довольно интересных творческих решений. Суть ее, как уже говорилось, в том, что мастер имеет о производственной программе свое мнение, некоторую «свою» информацию, нигде не зафиксированную, ин-

формацию о том, какая работа «удобнее» для какого рабочего. Формально эту информацию можно охарактеризовать так: есть некоторое нормативное время выполнения работы, а есть фактическое время, которое рабочий затрачивает на ее выполнение. Отношение нормативного времени к фактическому называется коэффициентом выполнения норм. Естественно, что даже для одной работы этот коэффициент будет разниться от рабочего к рабочему.

Так вот, мастер знает эти коэффициенты, и первая задача автоматизации предполагает различные схемы «выуживания» у него этой информации. После того как она будет получена, можно решить «задачу о назначениях», улучшив попутно работу мастера за счет оптимизации загрузки участка.

Недостатком такого подхода является необходимость фиксации в памяти ЭВМ большого объема информации. Ведь количество индивидуальных коэффициентов равно произведению числа рабочих на количество работ! Если на участке 20 рабочих и требуется выполнить 500 операций, то необходимо получить и хранить 10 тысяч коэффициентов. Зато явные достоинства — оптимизация плюс объективность.

Уже говорилось, что из-за несовершенства технического нормирования операции делятся на «выгодные» и «невыгодные» (нормы имеют разную напряженность). Поэтому зарплата рабочего в некоторой степени зависит от того, какие детали ему досталось обрабатывать. А раз дело касается зарплаты, то в ситуации, когда решение о распределении работ принимается мастером единолично, в коллективе могут возникнуть определенные трения, связанные с появлением привилегированных и обиженных. Кроме того, даже у самого опытного мастера возможны ошибки, вызванные тем, что в силу субъективных причин он может недооценить или переоценить способности того или иного рабочего, может не заметить рост квалификации у одного и падение ее у другого рабочего. Поэтому объективность распределения работ машиной является неоценимым достоинством автоматизации. Однако даже при наличии ЭВМ проклятие «большой размерности» как дамоклов меч висит над участком и неизвестно, как от него уйти, если номенклатура изделий велика.

Не очень давно ряд ученых — В. Варшавский, А. Се-

менов и другие предложили довольно остроумное (и нетрадиционное) решение этой проблемы. В случае, когда операций на участке так много, что получить и записать индивидуальные коэффициенты выполнения норм невозможно, рабочие... сами выбирают себе работу; правда, не совсем произвольно, а по некоторым заранее установленным правилам.

По сути своей предложенный метод является деловой игрой, правила которой таковы. Каждый рабочий заранее называет несколько излюбленных им «своих» операций, которых вообще-то у каждого немного: пять-десять. Все операции на участке, которые надо сегодня выполнить, образуют очередь. Освободившийся рабочий просматривает эту очередь, и если в ней есть его операция, получает ее, если нет, то должен выполнять первую операцию в очереди. Периодически, примерно раз в месяц, рабочим предоставляется возможность изменять перечень своих операций. Не правда ли, просто? Но эффективно.

Проведенные эксперименты показали, что эта система вела себя так. Сначала почти все рабочие назвали в своих наборах самые выгодные, а не самые излюбленные работы. Но поскольку таких было относительно мало, то почти все время рабочим пришлось выполнять те работы, которые оказывались первыми в очереди. Столкнувшись с таким положением, каждый стал более вдумчиво подходить к выбору своих работ, включая в свой набор те, которые выгодны именно ему, то есть те, при выполнении которых только он достигал максимальной производительности труда. И результат оказался великолепным — спустя некоторое время (переходный период) суммарная производительность участка, а также и средняя производительность труда рабочего и его зарплата значительно возросли. При этом отпала необходимость как в информации об индивидуальных коэффициентах выполнения норм, так и вообще в решении задачи формирования сменного задания для каждого рабочего — она стала решаться самими рабочими, коллективно. Правда, оптимальное решение «задачи о назначениях» все же оставалось эффективнее, но для него в этом случае практически невозможно добывать информацию. Так что, оказывается, есть даже два рецепта «автоматизации мастера» в мелкосерийном производстве: если номенклатура участка

не слишком велика, то применяется «задача о назначениях»; если велика — коллективная деловая игра.

— Интересно узнать, как автоматизированная система внутрицехового планирования реагирует на нарушения?

— Какие нарушения вы имеете в виду?

— Ну, например, отсутствие заготовок, материалов, инструмента, неисправности оборудования.

— При формировании сменного задания все это можно учесть и учитывается.

— А внезапная болезнь рабочего, непредвиденный брак, в конце концов, просто нарушение трудовой дисциплины? Или такого после внедрения АСУ уже не бывает?

— Всякое бывает. И следующая функция управления — регулирование — призвана охранять нормальный ход производственного процесса от всяких нарушений.

Вообще существует две концепции управления производством. Одна считает, что главная функция плана — его организующая роль. Она предполагает, что если тебе дан план, то умри, а выполни. Тогда не будет никаких разговоров о каком-то регулировании, отклонениях и прочих никому не нужных вещах.

Другая концепция предполагает, что производство есть реальная живая система, которая функционирует в условиях воздействия на нее возмущающих факторов как субъективных, так и объективных. Оперативный учет этих факторов и создает нормальные условия для выполнения плана.

Несмотря на некоторую нежизненность, что ли, первой концепции, ее сторонники до сих пор не перевелись. Их лозунг «План любой ценой!» и связанные с ним бесконечные штурмы и авралы можно довольно часто еще встретить на производстве.

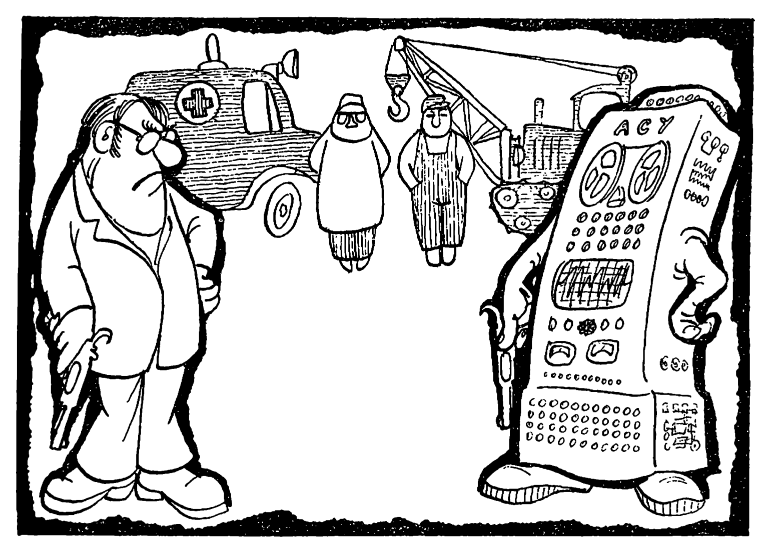
Сторонники второй концепции предлагают организовать управление производством по разработанной наукой об управлении замкнутой схеме с обратной связью. Основная идея состоит в том, что надо все время наблюдать за производством, регистрировать все происходящие в нем нарушения и оперативно составлять планы их ликвидации.

— Как! — восклицают сторонники «жесткой» кон-

ципции. — Ведь в таком случае они совсем разболтаются! Они нарушают производственную дисциплину, а ты им подсказывай, как получить премию?! Не выйдет!

Здесь смешиваются организация производства и производственная дисциплина. За нарушения надо наказывать в установленном порядке, а управление все же строить так, чтобы оно создавало наилучшие предпосылки для выполнения плана.

Кстати, о лозунге «План любой ценой!». Конечно, выполнение производственной программы и плановых



заданий на всех уровнях предприятия — закон производства. Было время, когда от продукции предприятия зависело не благосостояние, а жизнь страны. Тогда и лозунг был закономерен. Работали в три смены, не щадя сил, не думая о вознаграждении, все отдавая производству и фронту.

Сейчас, в мирное время, проблема «цены» выполнения плана, которая в экономике называется «себестоимостью», вышла на передний край, стала важнейшей, если не считать качества продукции, заботой предприятия. «Цена» работы известна: это нормативное время ее выполнения, при условии, конечно, что она производится в обычный рабочий день и по плану. Если же она совершается в «аварийных» условиях, в последние

дни месяца, ночью, и лишь для того, чтобы поставить галочку в графе выполнения плана, то за нее приходится платить тройную, если не больше, цену: за сверхурочную работу, за повышенный процент брака и за пониженное качество. Об этом догадываются и потребители. Приобретая телевизор, они смотрят на дату выпуска и неохотно покупают, если он выпущен в последние дни месяца! Боязно, а вдруг там руководят «аварийщики». И выходит, что в наше время этот лозунг может быть использован нерадивыми руководителями для прикрытия недостатков организации производства и незаконного получения премии.

А теперь о правильной концепции. Итак, нарушения запланированного хода производства неизбежны. Для ликвидации их существует система управления, которая согласно теории управления состоит из нескольких этапов: планирования, учета, анализа и регулирования. Управление осуществляется так.

Составленный план выдается в производство. По результатам работы осуществляется учет выполнения планового задания. Учетные данные сравниваются с плановыми и выявляются отклонения — это анализ. Далее вступает в действие регулирование, которое заключается в выработке управляющих воздействий, то есть в определении характера и величины этих отклонений и в принятии решения, каким способом ликвидировать эти нарушения.

Кстати, и в регулировании оптимизационный подход небесполезен. Если нарушение уже произошло, то ликвидация его тоже должна проходить по плану, оптимальному с точки зрения себестоимости, ибо и здесь имеет место многовариантность решения. Так, если плановое задание по каким-то причинам срывается, то выполнить его можно, либо организовав работу в третью смену, либо разложив недовыполнение равномерно на все оставшиеся дни месяца, либо, наконец, собрав все недовыполнения, организовать сверхурочную субботнюю работу. Естественно, что меры по ликвидации нарушения должны быть самыми «дешевыми».

Интересно, что слово «нарушения», несущее в себе некоторый негативный оттенок, как правило, используется только для обозначения происшествий, замедляющих ход выполнения плана. Но в производстве сплошь и рядом происходят события, ускоряющие про-

изводственный процесс. Это различного рода рационализаторские предложения, в конечном счете приводящие к ускорению процесса производства, непредусмотренное повышение индивидуальной производительности труда рабочего, конструкторские доработки изделия, снижающие трудоемкость, и т. д. и т. п. С точки зрения управления это тоже «нарушения» в том смысле, что надо учесть их последствия, ведь если рабочий-передовик сегодня выполнил две нормы, то его и на завтра надо обеспечить работой. Система управления и призвана ликвидировать это нарушение.

Стоит обратить внимание и вот на что — нарушения бывают как случайные, так и «злонамеренные». К случайным относятся всевозможные поломки, аварии, брак. А куда отнести такое нарушение, как изготовление деталей по распоряжению, конечно, мастера, которые понадобятся лишь в следующем квартале? В полном смысле злонамеренным его назвать нельзя. Но и приятного мало.

Работнику аппарата управления приходится сталкиваться как с первыми нарушениями, назовем их пассивным сопротивлением природы, так и со вторыми, активными нарушениями, когда любая ошибка в планировании может быть использована для изменения хода производства в нежелательную сторону. В первом случае он должен исследовать статистические закономерности «сопротивления природы» и учитывать их. Во втором — быть начеку и не допускать ошибок в управлении. Надо заметить, что работать ему приходится в условиях, когда деятельность по оперативному управлению почти не регламентирована! Инструкции на сей счет, конечно, имеются, но в них лишь в общих чертах предписывают «принимать оперативные меры по предупреждению и устранению отклонений от плана». Какие меры, в каком случае — все это в пределах инициативы и способностей аппарата управления, именно той его части, которая занимается регулированием.

Автоматизированная система управления призвана помочь человеку и здесь. Оперативное управление в ней организуется по следующей схеме. Самый нижний уровень системы планирования выдает в производство сменное задание. Результаты его выполнения учитываются на ЭВМ, и следующее сменное задание составляется на основании календарного плана, но с учетом

отклонений хода производства, которые в календарном плане тоже фиксируются. Таким образом, инструментом регулирования хода производства на нижнем уровне является сменное задание.

Отклонения хода производства от первоначального календарного плана накапливаются, и в какой-то момент он уже не может служить документом для формирования сменного задания. Его надо скорректировать, то есть пересчитать так, чтобы снова указать эффективный путь выполнения производственной программы. Это второй инструмент регулирования; правда, он регулирует ход производства не непосредственно, а через сменное задание.

Следующий орган регулирования расположен на межцеховом уровне. Учет сдачи готовых деталей показывает степень выполнения цехом производственной программы. Детали, не изготовленные в текущем месяце, включаются в программу следующего месяца в качестве обязательной номенклатуры, а изготовленные лишние изымаются из программы. Данные о готовых деталях обобщаются, и по результатам обобщения ведется учет выполнения этапов межцехового плана.

По мере накопления нарушений межцеховой план раз в квартал или полгода пересчитывается и приводится в соответствие с производством.

Наконец, данные о выполнении межцехового плана также обобщаются, и по результатам его оценивается ход выполнения заказов заводом в целом. Это самый верхний уровень учета. Оперативное управление здесь заключается в изменениях производственной программы, если они крайне необходимы: в переносе срока выпуска изделия, в уменьшении запланированного количества и т. д.

Конечно, эти изменения вносятся не машиной. Решения об изменениях в производственной программе принимаются руководством завода, часто по согласованию с министерством.

Итак, система регулирования такая же многоуровневая, как и система планирования, и в ней столько же уровней. Более того, каждый уровень регулирования охвачен «петлей» обратной связи. Однако выход на объект, то есть в производство, имеет лишь самый нижний уровень. Это несомненное достоинство системы.

В традиционной, неавтоматизированной системе все

задумано точно так же. На каждом уровне управления те же люди, что составляют план, следят за его выполнением. Однако «человеческие факторы» (ох, уж эти «человеческие факторы»!) приводят к тому, что в случае отклонений все уровни вмешиваются в производство. То, что цеховые диспетчеры вмешиваются в ход производства, это понятно, это их обязанность. Но и работники планово-диспетчерского отдела лично ходят по цехам и «проталкивают» те или иные заказы. Порой, даже на совещаниях у директора завода, речь идет о детали, которая почему-то всех «держит», и директор распоряжается, изготовлять ее сверхсрочно или нет. Факт непосредственного вмешательства всех уровней управления, конечно, не улучшает условия работы на участках, а, наоборот, создает атмосферу суматохи и неразберихи. Введение автоматизированной системы регулирования должно благоприятно сказываться на обстановке в цехах и участках и способствовать выполнению производственной программы.

Но как доверить ЭВМ такой важный и ответственный участок управления, как регулирование? Даже при поверхностном взгляде видно, что эта работа наименее формализуема из всей управленческой деятельности. Мало ли какие нарушения могут возникнуть! И человек не всегда сразу сообразит, как их ликвидировать. А что сможет машина?

Это все правильные возражения. Но никто ведь и не предлагает автоматизировать всю деятельность по регулированию. Она, как и любая другая деятельность, включает как рутинную, так и творческую часть. Другими словами, в ходе производственного процесса наблюдаются нарушения, которые часто повторяются и которые уже не раз перечислялись: отсутствие заготовок, материалов, инструмента и т. д. Все эти нарушения зафиксированы, расклассифицированы и указаны даже приемы их ликвидации. Кстати, они составляют подавляющую часть всех нарушений и являются рутинной частью работы по регулированию. Вот для ликвидации их и строится автоматизированная система.

Но есть нарушения, которые невозможно предусмотреть и предположить, они встречаются относительно редко, а то и вовсе появляются раз в году. Что же, пренебрегать ими совсем, поскольку их невозможно запрограммировать и АСУ на них не рассчитана? Никоим

образом. На любом предприятии существует диспетчерская служба, специально созданная для ликвидации непредвиденных нарушений. С появлением ЭВМ и созданием АСУ нагрузка на эту службу существенно уменьшается, и работники ее получают возможность устранять действительно экстраординарные нарушения.

Так современное производство получает систему управления в виде замкнутой схемы с обратной связью и автоматизированным управлением.

Кроме основного производства, можно выделить еще ряд объектов управления на предприятии: материально-техническое снабжение, сбыт, управление вспомогательным производством и пр. Управление этими объектами организовано по такой же схеме: планирование — учет — анализ — регулирование.

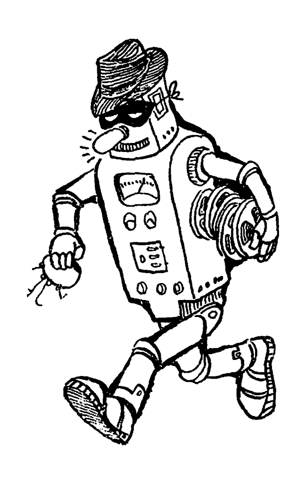
В заключение стоит сказать несколько слов о проблемах, которые еще предстоит решать асуповской науке. Одна из них — организация учета. Она не такая, чтобы ее невозможно было решить теперь, когда созданы мощные ЭВМ. И технически, и по математическому обеспечению задача эта несложная. Но как и всякий четкий, хорошо налаженный учет, он отражает степень организации производства, и если она несовершенная, то вскрывает многие ее недостатки, обнаруживает потайные ненужные резервы (на черный день), лишает «свободы» тех хозяйственников, которые считают, что «запас карман не тянет». Эти хозяйственники сопротивляются, отчего дело автоматизации учета довольно часто оказывается тяжелой задачей.

Из истинно технически сложных проблем следует упомянуть алгоритмизацию регулирования. Несмотря на то, что в принципе ясно, как ликвидировать многие типы нарушений, тем не менее попытка создать алгоритм часто наталкивается на еще не решенные математические задачи.

Но трудности эти постепенно преодолеваются, задачи решаются, системы создаются.

...ПЛЮС ИНФОРМАЦИЯ







— Столько говорится о планировании, что создается впечатление, будто, кроме него, в АСУ ничего нет.

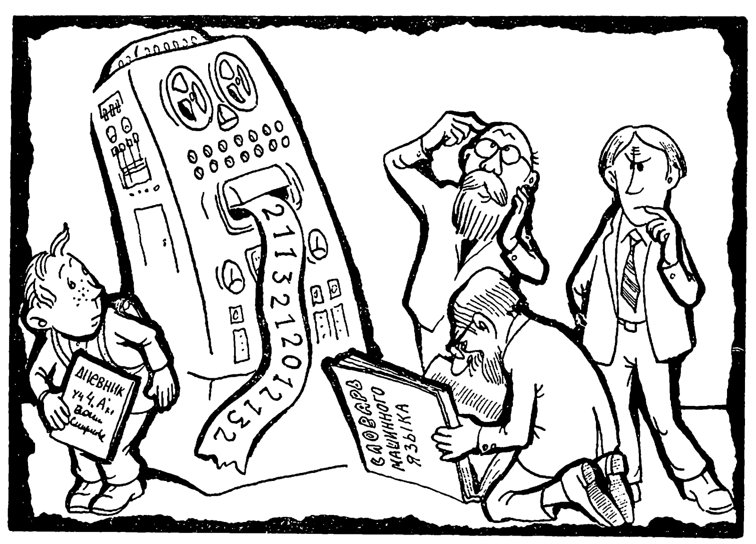
— Есть и другие составляющие формулы АСУ, но все они нацелены на одно — на управление процессом выполнения производственной программы предприятия.

— Какие, например?

— Например, информация. В перечне слагаемых она названа «плюс информация».

Употребляя слово «информация» применительно к процессу управления экономическими системами, подразумевают входные и выходные данные, то есть любые сведения, используемые при решении экономических и, в частности, управленческих задач.

Информация всегда играла важную роль в управлении. Но только при создании АСУ она становится ключевой. Происходит это потому, что традиционные системы управления, действуя в условиях информационного барьера, используют в основном информацию,



обобщающую состояние производства в крупных подразделениях и за значительный период времени. Но обобщенные сведения не всегда точны, да и готовятся они довольно редко.

С созданием АСУ количество данных, которые включаются в обращение в сфере управления, резко увеличивается. Экстремальный подход к планированию, использование количественных методов потребовали таких сведений о производстве, в которых раньше управление нуждалось нерегулярно или совсем не нуждалось. Таковы, к примеру, индивидуальные коэффициенты выполнения норм каждым рабочим по каждой работе, без которых традиционная система управления обходилась, а в АСУ они крайне необходимы для оптимизации внутрицехового планирования.

Рассматривая любую задачу управления, можно заметить, что при автоматизации ее решения требуется дополнительная информация. Если это задача «новая» (принцип «новых» задач), то она требует и новой информации, ранее не фиксировавшейся или не хранившейся. Если же «старая», то желательно наполнить ее «новым» содержанием: изменить модель, применить оптимизационный метод решения и т. д., что требует опять-таки новых данных.

Увеличивается объем циркулирующей информации также за счет повышения частоты решения задач. Если до автоматизации учет готовой продукции производился раз в две недели, то при внедрении АСУ стал ежедневным, а это означает, что объем учетной информации значительно увеличился и почти удесятерилась трудоемкость учета. На первый взгляд кажется — не все ли равно как учитывать: десять раз по разу или один раз десять раз. Но это только на первый взгляд. Практически время работы ЭВМ мало зависит от количества вводимых данных. Львиную часть времени здесь занимает перемотка магнитной ленты, на которой надо отметить, что детали готовы. Но и объем «перекачиваемых» данных с исходных документов в ЭВМ тоже немалый, потому что в машину вводится не только количество выполненных деталей, но и так называемая постоянная информация: наименование детали, № цеха, № участка и пр.

Итак, при автоматизации объем перерабатываемой информации возрастает до гигантских размеров.

Но, кроме того, резко возрастают требования к качественным показателям информации.

В традиционной системе управления, которой приходится работать в условиях информационного барьера,

достоверность учетных данных часто бывает ниже всякой критики. Но это беда, а не вина управляющего персонала, который не в силах справиться с информационным потоком, порой не обобщает данные, а придумывает «обобщенные» данные. И с этим положением приходится мириться.

В автоматизированной системе управления повышение достоверности информации является необходимым условием, иначе применяемые там «тонкие» методы управления, такие, как оптимальное планирование, просто окажутся бессмысленными. Чтобы этого не случилось, необходимо повысить достоверность первичной информации, той, которая поступает непосредственно с производства, а также повысить контроль за достоверностью ввода ее в ЭВМ. Сделать это надо обязательно, ибо составным элементом АСУ является человек, и подавляющее число искажений информации приходится на его долю. На первом этапе, при заполнении первичных документов, он умышленно или случайно заносит в них неверные сведения. Да и второй этап, связанный с переносом исходной информации на носитель, с перфорацией, не обходится без огромного количества случайных ошибок. На ранней стадии внедрения АСУ это доставляло много хлопот работникам вычислительных центров и часто сводило на нет дело автоматизации той или иной функции управления.

Неумолимая статистика утверждает, что есть некоторый стабильный процент ошибок, которые делает человек при выполнении такой монотонной работы, как набивка чисел на перфоленту. Эта особенность заложена в самой психике человека, от нее никуда не денешься. Однако, поскольку этот факт всем известен и достаточно исследован, существуют методы контроля ввода данных в ЭВМ, которые сводят практически к нулю процент ошибок при заполнении документов и вводе данных в ЭВМ. С умышленными ошибками (приписками, сокрытием резервов) сложнее, но они находятся в компетенции уже совсем других органов управления.

Но бывает, что и ЭВМ ошибается. Происходит это из-за неисправностей, сбоев в машине, и если при этом процесса вычислений не останавливают, то ошибки растут. Популярная программистская сентенция, звучащая в унисон восхвалениям грандиозных возможностей ЭВМ, гласит: «Пятьдесят человек должны трудиться в тече-

ние ста лет, чтобы сделать столько ошибок, сколько ЭВМ способна сделать за две секунды». Но все это относится больше к истории ЭВМ, чем к настоящему времени. Машины, работавшие на капризных лампах, ушли в прошлое. Нынешние — на полупроводниковых приборах, интегральных схемах и прочей электронике — работают довольно надежно, и сбои большая редкость.

Есть еще один показатель качества информации — своевременность. О важности его никто не спорит. Своевременность информации существенно зависит от скорости переработки и передачи всевозможных данных. А без вмешательства ЭВМ здесь явно не обойтись.

Все вышеизложенные соображения вместе с принципом системного подхода к созданию АСУ привели к необходимости организации автоматизированной информационной системы (АИС), то есть хранилища производственной информации.

Но прежде чем говорить об этой системе, стоит обратить внимание на термины, которые родились в процессе ее создания. Дело в том, что машина и человек, оценивая информацию, пользуются разными понятиями и категориями. Человек оперирует буквами, цифрами, словами, предложениями, документами, книгами. Информация же в ЭВМ выражается по-другому. Во-первых, машина «понимает» только информацию, выраженную цифрами. Поэтому всякую иную — звуковую, графическую, буквенную — она воспринимает лишь через числовую. Скажем, буквы всего русского алфавита можно зашифровать цифрами от 1 до 33; тогда слово «Маша» будет в ЭВМ храниться как 14 1 26 1.

Процесс ввода этого слова в ЭВМ осуществляется так. На клавише входного перфоратора написана буква А; когда ее нажмешь, на перфокарте или перфоленте появляются дырочки, соответствующие цифре 1. Обратное преобразование тоже предусмотрено: ЭВМ снабжена алфавитно-цифровым печатающим устройством. Когда на него попадает цифра 1 с признаком, что это буква, оно печатает букву А. Цифры внутри ЭВМ расположены в ячейках памяти, называемые «машинными словами», по нескольку цифр в ячейке. Общее количество информации оценивается количеством «машинных слов».

Ясно, что необходимо установить соответствие между «человеческой» и «машинной» оценками.

Это соответствие достигается специальным языком, который понимают и человек и машина. Язык этот разработан специально для автоматизированных систем управления и учитывает специфику управленческой информации, то есть тот факт, что она циркулирует в основном в виде документов.

Основная единица этого языка — символ. Символами являются все буквы, цифры и некоторые знаки — знаки препинания, математических действий и пр.

Из символов складываются слова языка — реквизиты. По существу своему реквизит — это название какой-либо величины, используемое в заголовках документов, например, план, выполнение, единица измерения.

Фразой машинного языка, состоящей из реквизитов, является запись. По смыслу запись — это логически законченная единица информации: строка документа или даже целый документ, если его содержимое имеет отношение к одному объекту.

И наконец, совокупность логически однородных записей называется массивом, или файлом («файл» — английский термин, означающий примерно то же, что и массив; оба термина одинаково широко распространены). Файл — это крупная информационная единица и соответствует целой картотеке документов или журналу.

Придуманный таким образом язык позволяет кодировать всю информацию в данных терминах и при реализации ее на ЭВМ обходиться без перевода, так как машина всю эту терминологию «понимает».

Количество информации оценивается по объему массивов, выраженному количеством записей, с учетом длины каждой записи.

И чтобы закончить разговор о языке АИС, стоит познакомиться с понятием «носитель информации», существенным для размещения всевозможных сведений в ЭВМ. В машине используется несколько носителей — это магнитные сердечники оперативного запоминающего устройства, магнитные ленты и магнитные диски.

Оперативное запоминающее устройство — это «короткая память» ЭВМ. Информация для оперативного использования записывается на магнитных сердечниках.

Прочесть или записать в оперативную память ЭВМ

типа ЕС-1020 (тип новейших машин) можно до 20 тысяч символов в секунду. Однако емкость ее невелика — от 64 до 256 тысяч символов. Хоть это число и впечатляющее, но для больших производственных систем, в которых ежегодно обращаются десятки тысяч документов, это немного. Поэтому магнитные сердечники оперативного запоминающего устройства для долговременного хранения информации непригодны. С этой целью используются магнитные ленты емкостью до 80 миллионов символов и магнитные диски емкостью 7,5 миллиона символов.

Магнитная лента ЭВМ очень похожа на ленту обычного бытового магнитофона. Чтобы считать с нее информацию, надо подвести к считывающим головкам именно ту ее часть, на которой записаны необходимые данные. Перемотка ленты занимает сравнительно много времени, что делает ее «медленным» информационным носителем.

Этого недостатка почти лишены магнитные диски. Они представляют собой пакет вращающихся пластинок, похожих на патефонные. Информация на них записывается на специальные дорожки, расположенные на плоских поверхностях. Прочесть или записать ее можно очень быстро, надо только читающую головку подвести к нужной дорожке. Таким образом, магнитные диски совмещают высокую емкость магнитных лент с большой скоростью считывания магнитных сердечников.

В зависимости от назначения информации ее заносят на различные носители. Если ее необходимо долго хранить и только изредка ею пользоваться, то ее целесообразно разместить на магнитных лентах. Многочисленные данные, с которыми предстоит часто работать, обычно хранятся на магнитных дисках. В оперативном же запоминающем устройстве располагается только информация не очень большого объема и используемая непосредственно в работе.

— Язык общения человека с машиной получился слишком бюрократическим: записи, реквизиты, массивы. А как им выразить мысль?

— Он не разговорный, и мысль им не выражают. Он предназначен для хранения обширной информации, что тоже непростая задача.

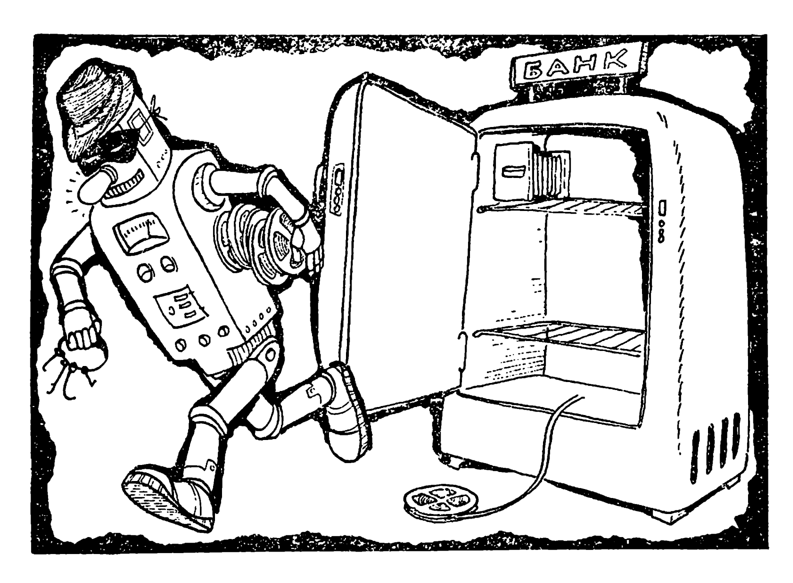
— Что же здесь сложного? Ввел данные в ЭВМ, и пусть они там лежат до времени.

— Лежать-то они будут, но какая от этого польза? Ведь их надо так разместить, чтобы в любой момент можно было быстро получить. Да и не всегда ясно, что именно нужно хранить.

Необходимость решать все эти вопросы и привела к созданию так называемых автоматизированных информационных систем, которые стали неотъемлемой частью любой АСУ, наиболее важной ее подсистемой.

При разработке создатели АИС шли многотрудными, подчас противоречивыми путями. Однако к нынешнему времени накопленный опыт позволил выработать некоторый единый подход к проектированию и внедрению АИС. Наиболее удачно он сформулирован академиком В. Глушковым в виде ряда принципов.

Первый и основной носит название принципа единой информационной базы. Родился он как отрицание неудачной практики ранних стадий внедрения АСУ. Уже говорилось, что АСУ представляет



собой большую систему, которая создается и внедряется по этапам, по подсистемам и по отдельным задачам. Разрабатывая ту или иную конкретную задачу, ученые обычно разрабатывали и создавали ее информационное обеспечение, то есть создавали те массивы данных, ко-

торые понадобятся при решении этой конкретной задачи. Для другой задачи создавались новые массивы. В результате информационное обеспечение АСУ представляло собой набор массивов данных, никак не связанных между собой. Это плохо тем, что довольно часто одной и той же производственной информацией приходится пользоваться для решения одновременно очень многих задач управления. Так, сведения о выполнении цехом планового задания необходимы и для оперативного управления производством, и для начисления заработной платы, и для учета незавершенного производства, и для управления сбытом, и еще для многого другого. А данные о запасе материалов используются в планировании, в бухгалтерском учете, для составления статистических отчетов и т. д. Если для каждой задачи создавать отдельный массив, то одни и те же данные понадобится вводить в ЭВМ в составе каждого из массивов, отчего и без того гигантские объемы производственной информации увеличиваются в несколько раз. Это первый недостаток.

Есть и второй, еще более неприятный. Производство представляет собой живую, динамичную систему. Информация в ней почти непрерывно меняется: меняются данные о запасах — что-то поступает, что-то выдается, а что-то, как выясняется при инвентаризации, пропало; меняются данные о кадрах; меняются нормативы и технологические маршруты, цены и расценки; меняются, наконец, планы. И все эти изменения надо вносить в хранимую в ЭВМ информацию, чтобы она была достоверной и своевременной. И тот факт, что одни и те же данные разбросаны по различным массивам, делает задачу их обновления немыслимо сложной.

Как избежать указанных недостатков? Исследователями был выработан принцип единой информационной базы, который предполагает всю производственную информацию вводить в ЭВМ только один раз и использовать ее для решения всех задач управления.

Реализацией этого принципа явилась идея создания так называемых «банков данных». «Банк данных» — это набор массивов, содержащих управленческую информацию, сгруппированную по функциональному признаку. Таких массивов оказалось совсем немного. Во-первых, это кадровый массив, в котором сосредоточены сведения о всех работающих на предприятии. Затем

массивы данных об основных фондах предприятия: о зданиях, сооружениях, оборудовании. Наиболее объемными являются массивы о трудовых и материальных нормативах, а также о технологических маршрутах.

Особенно велики они на предприятиях машиностроения с мелкосерийным типом производства, в них содержатся десятки, а иногда и сотни миллионов символов.

Кроме них, в «банках данных» хранятся массивы сведений о ценах и расценках, конечно, о планах и заданиях и много других данных, зависящих от специфики предприятия и от типа ЭВМ.

Техническим изобретением, ускорившим развитие «банков данных», явились магнитные диски. Совмещая большую емкость с доступностью к информации, они устранили всякие сомнения в возможности реализации такой громоздкой системы, как «банк данных».

Другим важным принципом создания информационных систем является п р и н ц и п м и н и м и з а ц и и в в о д а и в ы в о д а и н ф о р м а ц и и. Важность этого принципа становится очевидной, если иметь в виду, что ввод и вывод информации являются узким местом процесса обработки данных на ЭВМ и оказывают решающее влияние на всю структуру АСУ тем, что изменяют систему документооборота.

Существующие издавна документы предназначены для людей и, чтобы облегчить пользование ими, содержат как необходимую информацию, так и много избыточной. В ЭВМ же вводить ее необязательно, так как она там, как правило, уже имеется. Документы же, рождающиеся при внедрении АСУ, предназначены для общения человека с ЭВМ. Они должны иметь специфический характер: с одной стороны, быть понятными человеку, с другой — не вводить в ЭВМ лишней информации. Кроме того, появляются документы, которые вообще предназначаются только для общения электронно-вычислительных машин между собой, скажем, отчетные документы, формируемые на предприятии и направляемые в отраслевую АСУ. Такие документы исполняются не на бумаге, а на машинных носителях и их содержание передается по каналам связи, проложенным между ЭВМ.

Являясь основополагающим при решении проблемы поддержания достоверности сведений, принцип миними-

ации ввода и вывода информации развился в третий по счету принцип — принцип ввода изменений.

На каждом предприятии ежедневно совершаются тысячи событий, вызывающих постоянные изменения производственной информации. Подавляющее большинство их связано с ходом выполнения производственной программы. Но есть изменения, вызванные конструкторскими доработками изделия, усовершенствованиями технологического процесса, рационализаторскими предложениями, и т. д. и т. п. Третий принцип гласит, что всю информацию из документа вводить в ЭВМ не следует. На машинные носители записывается только то, что изменяет значение соответствующих данных, уже имеющихся в системе. Скажем, если по какой-либо операции изменилось нормативное время, то не следует заново вводить в ЭВМ весь документ (технологическую карту), на котором это время записано, а достаточно ввести само изменение, которое по объему значительно меньше.

Надо заметить, что этот принцип, несмотря на его очевидную эффективность, для традиционных систем управления был неприемлем. Он привел бы к бесконечному количеству исправлений, подчисток, подтирок в документах, которые в конце концов пришли бы в негодность и их пришлось бы переписывать. С внедрением ЭВМ дело в корне меняется. На магнитной ленте или диске при исправлениях не остается никаких помарок — просто по команде один символ заменяется на другой — и все. Этим машинный «документ» отличается от обычного.

Кстати, и об этом уже вскользь упоминалось, с внедрением АСУ существенно должны измениться и сами документы. Это утверждает еще один принцип — принцип автоматизации документооборота.

Суть его состоит в следующем. До автоматизации все документы служили средством общения между людьми — участниками процесса управления. С внедрением же АСУ на пути почти каждого документа встает ЭВМ. То сообщение, которое раньше один человек посылал другому, теперь он посылает ЭВМ, которая его обрабатывает и, если есть необходимость, передает другому человеку — получателю. Вот какой путь проходят, например, учетные данные о выполнении планового задания.

Раньше они передавались из цеха в планово-диспетчерский отдел, где и обобщались в сводку. Теперь же, в условиях АСУ, эти учетные данные вводятся в ЭВМ, которая сама формирует сводку и затем посылает ее в планово-диспетчерский отдел. Конечно, некоторые документы, такие, как письма личного характера, жалобы, предложения и прочие неформализующиеся документы, и теперь продолжают существовать, но и они постепенно подвергаются автоматизации, накапливаясь на машинных носителях, в своеобразном архиве.

Можно указать еще ряд принципов, довольно существенных при формировании информационной базы управления; но они носят узкоспециальный характер и полезны больше для практических целей, чем для повышения эрудиции.

Итак, как же выглядит информационная база АСУ «банк данных» предприятия? Где он помещается?

Как ни странно, помещается он... в холодильнике. Для хранения всевозможных магнитных лент необходимы определенный строгий температурный режим и режим влажности. Именно поэтому лентотека (хранилище лент) с управленческой информацией располагается в холодильных установках.

В системе обслуживания АСУ имеется штатная группа, которая называется информационной службой и которая постоянно поддерживает достоверность информации, то есть регулярно вносит в нее коррективы и изменения. Существенная часть этих изменений приходится на учет. Известно, что в традиционных системах управления учет является наиболее трудоемким видом деятельности. Громадная армия людей занимается оперативным учетом хода производства, статистическим учетом, различными видами бухгалтерского учета и многими другими учетами. Работа эта не очень сложная, но довольно скучная и трудоемкая: что-то надо записать в приход, что-то в расход, разнести по карточкам, занести в журнал — и так изо дня в день. С точки же зрения АИС учет — это корректировка соответствующих массивов. При этом данные об изменениях необязательно даже объединять по видам учета, по массивам, по наборам и т. д. Достаточно все их ввести в ЭВМ, где они сформируют свой массив коррекций, в котором и будет указано, куда и что занести. А специальные программы корректировки «разнесут»

эти коррекции по необходимым местам. Так осуществляется автоматизация самой рутинной части управленческой деятельности — учета. Она существенно облегчает труд людей, сокращает затраты человеческого труда, дает большой экономический эффект.

Неоценимой чертой автоматизации учета является возможность довольно частой корректировки данных. Однако не следует смешивать сбор данных с разной частотой обновления. Так, некоторые типы учета надо осуществлять ежедневно, другие достаточно раз в несколько дней, третьи не чаще раза в квартал, а конструкторские, технологические и прочие изменения вообще вносятся только перед решением задачи, в которой эти данные учитываются. Сотрудники информационной службы и должны на каждый «сеанс» корректировки формировать «пакеты» коррекций и указывать, какие массивы будут корректироваться.

В дальнейшем предполагается и эту работу передать ЭВМ (создать программу «диспетчера корректировок»), поскольку задача эта, в общем, несложно формализуется. Тогда деятельность по учету и поддержанию информации в достоверном состоянии будет практически полностью автоматизирована.

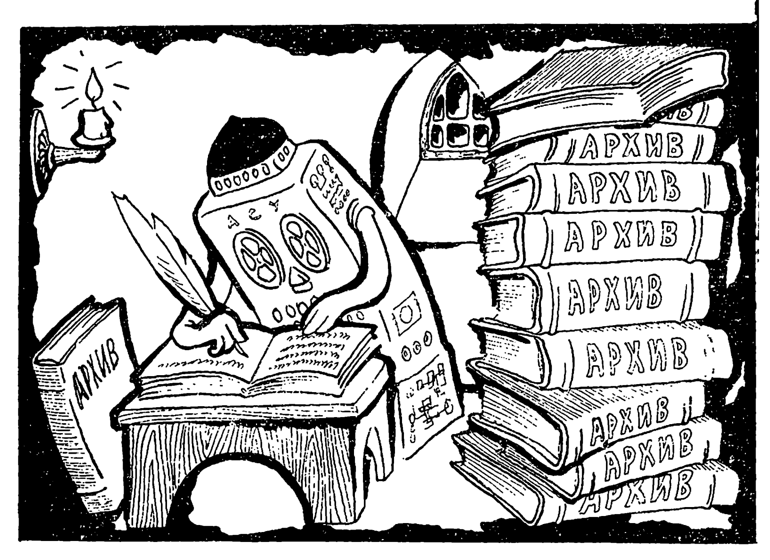
— На предприятиях существуют такие подразделения информационной базы, как технические библиотеки, архивы. Какова их судьба?

— Автоматизация информационной базы — длительный процесс. Начинается он с нормативной и плановой частей, но дойдет очередь до библиотек и архивов, а там и до информационно-справочной службы (ИСС).

Практически все грани управленческой деятельности предприятия: производственная, сбытовая, финансовая, социальная — в той или иной степени нуждаются в определенной обобщенной информации. Она бывает учетная и справочная. Правда, функции системы управления настолько тесно переплетены, что трудно уловить, в каком случае используется учетная информация, а в каком — справочная. Для ясности стоит еще раз вернуться к типовой структуре системы управления.

Уже говорилось, как организовано управление предприятием, это: планирование — учет выполнения плана — оперативное управление. Как правило, и учет-

ная информация, и справочная служат целям оперативного управления и предназначены для ликвидации отклонений хода производственного процесса от запланированного. Сами системы оперативного управления обычно состоят из двух частей. Первая — регулярная. Она периодически ликвидирует те отклонения, которые происходят за опеределенный период регулирования. Эти отклонения, как бы типовые, представляют собой нарушения, появление которых можно предвидеть, и ликвидация их происходит по заранее разработанным пра-



вилам. Оперативное управление в данном случае является рутинной работой, большой по объему, но не требующей особой квалификации управленческого персонала.

Другая часть систем оперативного управления — не регулярная — предназначена для срочной ликвидации непредвиденных, аварийных нарушений. В этом случае от исполнителей требуется глубокое знание производства и высокая квалификация. Для аварийной работы на предприятии выделяется специальная служба — диспетчерская, в которой состоят наиболее квалифицированные сотрудники служб управления.

Здесь и проходит граница между областями приме-

нения учетной и справочной информации. Учетная служит информационной базой для регулярной — первой части оперативного управления; справочная — второй, нерегулярной части.

Вот несколько примеров. Служба по учету материалов выдает ежемесячно сводки о наличии материала на складах предприятия, которые используются для регулярного управления запасами материальных ценностей предприятия. Но если появляется необходимость узнать, есть ли определенный материал и сколько его в середине месяца, то делается запрос на склад, тот выдает соответствующую справку.

Следующий пример. Учет вырабатываемой цехами продукции почти на всех предприятиях налажен хорошо это учетная информация. Однако наряду с ним повсеместно существует так называемая «дефицитка» — ведомость некомплектности сборки, сигнализирующая о нарушении в подаче деталей на сборку и о необходимости быстрейшей ликвидации этого нарушения, — справка о некомплектности сборки.

Резкое увеличение масштабов производства, вызванное научно-технической революцией, значительно повысило роль справочно-информационной функции в управленческой деятельности. Как уже говорилось, из-за того, что управленческому персоналу приходится работать в условиях информационного барьера, часть управленческих задач решается менее качественно, а часть вовсе не решается. Это обстоятельство увеличивает элемент неопределенности в сфере производства и приводит к появлению большого числа непредвиденных нарушений. Чтобы этого не случалось, управленческим службам в повседневной работе приходится все больше и больше заниматься справочно-информационными вопросами; при этом возрастает роль справочной информации.

Практически все отделы управления готовят и выдают справки, сводки, сведения и прочее, причем во всевозрастающих масштабах. А так как трудоемкость обработки больших объемов информации высока, то персонал тратит на эту работу существенную часть своего рабочего времени, отвлекаясь от выполнения прямых обязанностей.

Обсуждается даже вопрос о выделении в структуре некоторых управляющих служб специальных справочно-информационных подразделений.

Неэффективность «ручной» работы с большими объемами информации, с одной стороны, важность информационно-справочной функции — с другой, привели к тому, что создание автоматизированной информационно-справочной системы (ИСС) стало одной из первоочередных задач управления.

Возникает только вопрос: откуда ИСС будет черпать справочные данные? Академик В. Глушков, анализируя процесс создания АСУ, приходит к выводу, что именно их необходимо наделить справочно-информационными функциями. Но, казалось бы, их информационная база для этого не подходит, поскольку информация в них рассредоточена по разным массивам и для получения справки какого-либо вида в каждом массиве придется создавать отдельный алгоритм!

И тем не менее эти сложности не останавливают проектировщиков ИСС, и они продолжают рассматривать информационную базу АСУ как единственный источник данных, единственную информационную базу для автоматизированной информационно-справочной системы.

В настоящее время внедрено довольно много ИСС, предназначенных для разных сфер управления. Конечно, наиболее широкое применение они находят в оперативном управлении производством, где используются для информационного обеспечения диспетчерской службы. Но применяются они и в управлении сбытовой деятельностью предприятия.

Велики возможности ИСС в работе с массивами, содержащими информацию о кадрах предприятия. Здесь она может освободить отдел кадров от утомительной работы по составлению сводок, справок и документов, касающихся кадрового состава предприятия.

Вообще практически любая подсистема системы управления нуждается в быстром доступе ко всей информации предприятия; обеспечить же этот доступ способна только информационно-справочная служба.

Представляет интерес и создание ИСС, которая, кроме справочной, может осуществлять и ряд других функций, скажем, построение временных информационных массивов, предназначенных для разовых задач или задач с большой периодичностью решения. Возможны и менее прямые, но не менее эффективные способы использования ИСС, например, для обращения к архив-

ным массивам при технической подготовке производства, использование ИСС в режиме диалога человека с ЭВМ для выработки управленческих решений.

Как отмечает академик В. Глушков, необходимость в наделении АСУ справочно-информационными функциями возникает всегда, когда в системе управления имеются не полностью формализованные, творческие задачи, для решения которых необходимы большие объемы информации. А такие ситуации в АСУ принципиально неизбежны, и именно поэтому АСУ никогда не превратится из автоматизированной системы в автоматическую.

Многообразие сфер применения создает впечатление, что необходимо столько разных ИСС, сколько подсистем в АСУ. Однако теоретические исследования показывают, что все они могут быть построены по единой схеме и использовать единое математическое обеспечение, не зависящее от структуры конкретных массивов. Это помогает создать единую ИСС, которая и будет применяться во всех необходимых случаях.

Итак, чтобы окончательно не запутаться в системах и подсистемах, еще раз подчеркнем: автоматизированная информационная система (АИС) есть важнейшая часть АСУ, хранилище и источник производственной информации, необходимой для управления. Через нее осуществляется учет — наиболее трудоемкая функция управления. АИС же является информационной базой для ИСС, которая составляет и выдает всевозможные справки. Технической базой для АИС — хранилищем информации и расчетами по ней — является ЭВМ.

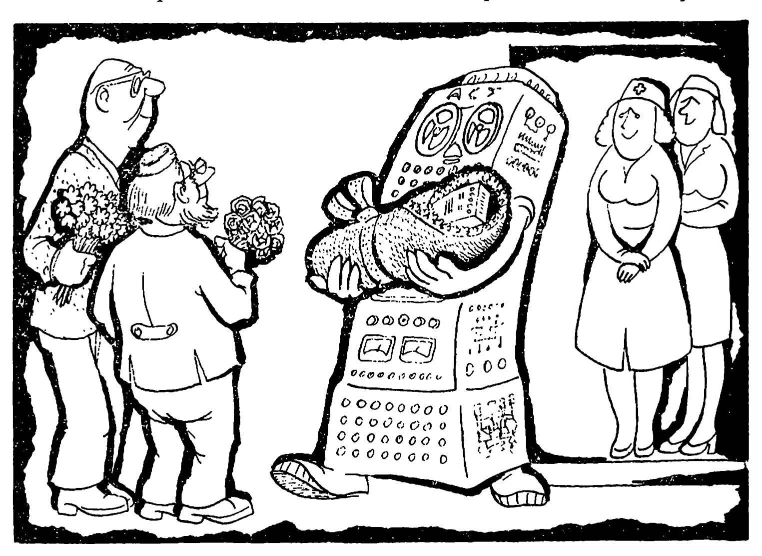
— Итак, все проблемы, связанные с информацией наконец будут решены, если повсеместно создать автоматизированные информационные системы?

— Да. Но процесс этот будет длительным и трудоемким.

Уже говорилось, что идея создания «банков данных» восторжествовала не сразу. На многих предприятиях разработка АИС шла так, как диктовали потребности практики, и не всегда учитывались рекомендации теории. Практика же настойчиво требовала поскорее автоматизировать основные задачи управления и в каждом случае создавать «свой» массив. В результате на этих предприятиях хотя и есть автоматизированные информационные системы, но очень плохие в том смыс-

ле, что они тормозят развитие АСУ. И не мудрено, ведь при введении новой задачи необходимо было вновь и вновь создавать свой массив, чего не надо было бы делать при наличии «банка данных». Вот этим предприятиям и предстоит решить проблему: как перейти к единой, не раздробленной на массивчики, информационной базе.

Сделать это можно просто, если взять и согласно современным принципам сформировать «банк данных». Но тогда пришлось бы поставить крест на всей преды-



дущей работе и переделывать не только АИС, но и программы решения задач на ЭВМ, которые ориентированы на массивы вполне определенной структуры. А это означало бы, что вслед за информационным обеспечением пришлось бы менять и математическое обеспечение системы. Каждому понятно, что операция эта обошлась бы очень дорого. Поэтому пока принимается половинчатое решение: те подсистемы, которые уже работают, оставляют в прежнем состоянии, новые же задачи проектируют в расчете на то, что к моменту их решения появятся «банки данных».

Сейчас на предприятия начинает поступать современная техника — новое поколение электронно-вычислительных машин единой серии «РЯД» с большими

вычислительными возможностями. Вместе с машинами на каждое предприятие поставляются типовые программы решения разнообразных управленческих задач. Среди них находятся и программы создания и ведения (корректировки) «банка данных».

Вообще, появление нового поколения ЭВМ поставило перед предприятиями, разрабатывавшими АСУ на базе ЭВМ более ранних поколений, нелегкую проблему: что делать с уже функционирующей частью АСУ? Переводить ее на новую технику или мириться с тем, что на предприятии какое-то время будут работать две системы, старая и новая? Пока над всем этим лишь размышляют, не принимая окончательного решения.

Кстати, в развитии ЭВМ четко просматриваются этапы, называемые поколениями. Термин этот введен разработчиками электронно-вычислительной техники, вероятно, потому, что развитие идет не только в плане увеличения технических возможностей ЭВМ (скорости счета, объема памяти), но от поколения к поколению меняется практически вся идея их использования.

Возвращаясь к проблемам создания автоматизированных информационных систем, надо сказать, что одна из них — как избавиться от лишней информации — так до конца и не решена. Казалось бы, строгое и неукоснительное соблюдение принципа единой информационной базы полностью устраняет дублирование данных. Но возникает вопрос, а так ли уж вредно дублирование информации?

Поразмыслив, ученые пришли к выводу, что оно может приносить пользу, увеличивая надежность системы управления.

Второй довод в пользу дублирования связан с чрезмерной централизацией информации, которая следует из идеи создания «банка данных». Такая централизация ставит довольно трудные вопросы, решить которые можно, лишь продублировав некоторые данные. Например, на предприятиях существует много всевозможных сведений, которыми не так часто приходится пользоваться. Плановые сроки ремонта каждого станка, допустим, необходимы только во внутрицеховом планировании; средние коэффициенты выполнения норм каждым рабочим пригодятся лишь для формирования плановых заданий и т. д. Эти данные также должны храниться в централизованной АИС. И массивы «банка

данных», наполненные всеми этими сведениями, становятся чрезвычайно громоздкими. А чем обширнее массив, тем больше надо времени, чтобы добыть нужные данные из всей массы информации. Вот и получается, что централизация приводит к увеличению времени решения задач, а следовательно, к возрастанию затрат на эксплуатацию системы.

В качестве выхода из подобной ситуации обычно предлагают создание временных, так называемых оперативных массивов. Данные, необходимые для решения какой-либо задачи, переносятся из основного массива в небольшой — оперативный. Это значительно сокращает время решения задач. Но создание оперативного массива есть не что иное, как дублирование. Так что проблема — надо ли дублировать информацию или нет, кажется, должна решаться положительно.

Есть и другая, в некотором смысле противоположная проблема: где взять информацию? Этот вопрос, при создании АИС становится довольно насущным. Конечно, управленческая информация предприятия зафиксирована в различных документах. Но не вся! Из-за информационного барьера некоторые сведения, необходимые для управления, долгое время не фиксировались, и в настоящее время их либо совсем нет на предприятии, либо они хранятся лишь в памяти работников управления, которым они необходимы в повседневной работе. Примером тому может служить хотя бы та же неформализованная информация об индивидуальной производительности труда рабочего, которой располагает мастер, но которая ни в каких документах не фигурирует.

При внедрении АСУ вся подобная информация должна содержаться в автоматизированной информационной системе. Но как ее добыть? Вопрос этот тоже находит свои подчас довольно остроумные решения. Рассмотрим все ту же задачу: как получить индивидуальные коэффициенты выполнения норм? Пытаться «выудить» их у мастера бессмысленно — он сам не знает их численных значений и представляет их чисто качественно: «Иванов эту деталь делает лучше Сидорова». А для расчетов по распределительной оптимизационной модели нужны количественные характеристики.

Как эта информация попадает в «вычислительную систему» мастера? Придя на участок молодым и неопытным, он решал задачу распределения работ не лучшим

образом. Но постепенно учился и накапливал соответствующую информацию (говорят: набирался опыта). А нельзя ли организовать подобную «учебу» и для ЭВМ?

Оказывается, можно. Для этого необходимо, чтобы какой-то период ЭВМ работала «в паре» с мастером: мастер распределял бы работы, а учет выполнения их велся бы через машину, которая накапливала бы и статистически обрабатывала информацию о том, какой рабочий что умеет делать и какова индивидуальная производительность каждого из них.

Практика показала, что по окончании времени «обучения» электронный стажер был готов приступить к выполнению обязанностей мастера, причем он превосходил учителя тем, что вдобавок «умел» решать задачи оптимального распределения работ, что не под силу человеку.

Так, иногда довольно удачно решается проблема: где взять информацию. Но наряду с большими успехами на пути создания автоматизированных информационных систем (АИС) осталось еще достаточно не до конца решенных и не совсем удачно решенных задач.

Итак, что же такое АСУ?

Часто, приходя на предприятие, где известно, что АСУ создана и уже работает, посетители просят: покажите нам АСУ А показывать-то нечего! Ведь система управления, автоматизированная она или нет, — это в основном набор методов управления, информация и набор способов ее переработки. Что показывать? Методы управления?

Но ведь это отношения между людьми, их не покажешь. Можно показать лишь инструкции, правила.

Информацию?

Но ведь она нематериальна. В лучшем случае можно показать катушки лент, диски, на которых она хранится, причем по внешнему их виду не разберешь, записано там что-нибудь или нет.

Способы ее обработки?

Но ведь алгоритм переработки информации — вещь очень специальная. В АСУ он реализован в виде программы, которая опять же записана в памяти ЭВМ, так что ее не увидишь. Правда, в результате работы алгоритма обычно появляется обильное количество бумаги: планы, сводки, наряды.

Вот и получается, что в основном посетителям показывают бумагу, бумагу, бумагу.

И создается впечатление, что АСУ — это гигантское количество бумаги. Ну и конечно, ЭВМ во всем великолепии современной техники. Машина действительно является неотъемлемой частью АСУ, но это только часть, причем довольно малая.

Основа же системы — это разработанные новые методы управления, алгоритмы и программы работы ЭВМ, собранная информация гигантских объемов — все, что не увидеть, не пощупать постороннему посетителю.

— Хотелось бы увидеть, как идеи по созданию АСУ воплощаются в жизнь.

— Нет ничего проще. Достаточно заглянуть в один из вычислительных центров, которые появились практически при всех крупных предприятиях, объединениях, министерствах, ведомствах.

— Но, вероятно, каждая АСУ создается с учетом специфики объекта, так что на разных предприятиях они разные?

— Как раз, наоборот, сначала бросается в глаза именно то общее, что есть во всех АСУ, а уж потом, когда достаточно долго изучаешь, и специфика.

Из непромышленных АСУ стоит обратить внимание на такую, как АСУ-печать. Эта автоматизированная система призвана улучшить управление в такой важной отрасли, как производство книг.

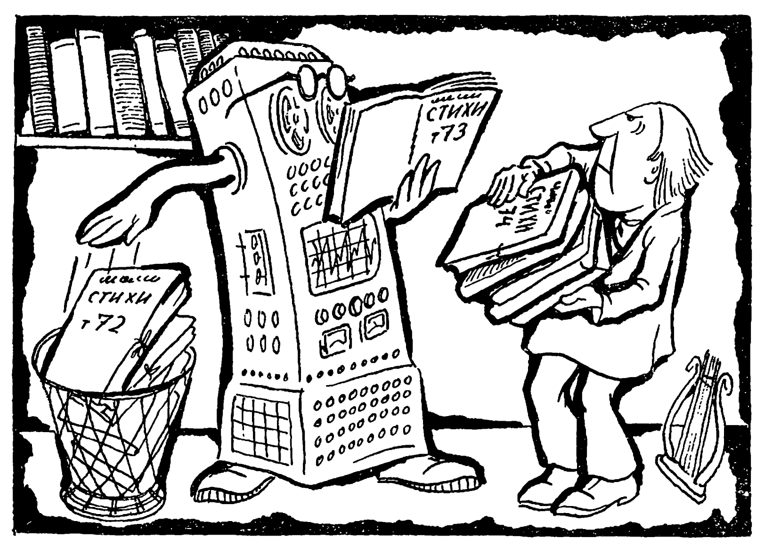
Известно, что всем издательским делом в стране руководит Государственный комитет Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли (это его полное название, а сокращенно — Госкомиздат). На первый взгляд может показаться, что управлять таким тонким делом, как издание книг с помощью ЭВМ, ну, просто кощунство. А затем, когда начинаешь знакомиться с гигантскими числами, характеризующими работу Госкомиздата, понимаешь, что и здесь неумолимая научно-техническая революция воздвигла все тот же информационный барьер.

В стране немногим меньше тысячи издательств, из них 70 центральных. Они выпускают в год миллионы книг. Названий, авторов, тиражей — десятки и сотни тысяч. А ведь все это надо спланировать, учесть.

Кроме того, как явствует из названия, Госкомиздат управляет не только издательским делом, но и огромной полиграфической индустрией. А полиграфические

предприятия по сложности управления мало чем отличаются от промышленных.

Что же касается книготорговли, тот тут вообще одни сложности. Ведь торговля издревле скорее ближе к искусству, чем к ремеслу. Если добавить к этому необъятные просторы нашей страны, где необходимо организовывать эффективную книготорговлю в каждом уголке, да еще желательно, чтобы были представлены книги всех издательств, да еще с учетом местных традиций и т. п., становится ясна непосильность этой задачи для



относительно немногочисленного аппарата управления. Вот тут-то на помощь и приходит АСУ-печать.

Разработкой этой отраслевой АСУ занимается специально для этой цели созданный Главный информационно-вычислительный центр (ГИВЦ) Госкомиздата.

Если зайти в любой информационно-вычислительный центр (ИВЦ или просто ВЦ — так почти везде называется подразделение, ведущее разработку, внедрение и эксплуатацию АСУ), то ни за что не догадаешься, к какому ведомству он принадлежит. Везде одни и те же серые шкафы ЭВМ, магнитофоны (не бытовые, конечно, а на которых помещается магнитная лента — память ЭВМ), холодильники для хранения магнитных лент, шкафы с перфокартами. Везде график дежурств инже-

неров и распределение «машинного времени» по программистам — кому и когда считать на ЭВМ. Даже стенные газеты называются не иначе, чем «Программист» или «Кибернет». Поди узнай, что за АСУ они там разрабатывают!

Так и ГИВЦ Госкомиздата как две капли воды похож на сотни других. У него имеется две электронно-вычислительные машины «Минск-32». Четыре отдела осуществляют разработку и эксплуатацию АСУ. Тон, конечно, задает отдел проектирования АСУ. Именно здесь рождаются проекты автоматизации, ставятся задачи, находятся оригинальные способы решения их. Другой отдел — разработки математического обеспечения — переводит алгоритмы управления на язык ЭВМ, то есть создает программы расчетов. Следующий отдел — отдел технических средств — следит за состоянием «здоровья» ЭВМ и прочей техники, поддерживает все сложное вычислительное хозяйство в работоспособном состоянии. И наконец, четвертый отдел — проведения расчетов на ЭВМ — занимается тем, что осуществляет на ЭВМ текущие управленческие расчеты по уже «готовой» части АСУ, сданной в эксплуатацию.

Разработка АСУ-печать была начата в 1971 году, а в 1975 была сдана первая очередь системы в составе трех подсистем (здесь уместно вспомнить разговор о необходимости этапности в работе, «очередях» и подсистемах). Это подсистемы: финансов, бухгалтерского учета, учета кадров.

Какая типичная картина! Как и везде: первый этап построения АСУ — это создание ее частей, решающих сплошь учетные задачи.

Что принесла с собой автоматизация?

Вот подсистема учета кадров. В памяти ЭВМ в настоящее время хранятся сведения о 35 тысячах сотрудников московских предприятий Госкомиздата. Данные о каждом содержат 22 показателя. Практически никакого труда не составляет получение различных справок, сводок, отчетов по кадровому составу. Хорошо налаженный учет позволяет значительно эффективнее осуществлять подготовку кадров, их распределение по предприятиям, уменьшает возможность образования дефицита по профессиям.

Специфика Госкомиздата, правда, частично проявляется в том, что вся эта информация хранится в отрас-

левой АСУ. Дело в том, что в отличие от промышленных отраслей отрасль книгопроизводства состоит из относительно мелких предприятий. Создавать АСУ на каждом неэффективно. Поэтому отраслевая АСУ и берет на себя часть «забот» по управлению предприятиями. Есть, правда, в отрасли несколько крупных предприятий, на которых создаются АСУ предприятием. Это Калининский комбинат детской литературы, Чеховский полиграфкомбинат, 1-я Образцовая типография в Москве и другие, но их немного.

Где же начинается в полной мере проявляться специфика книжного дела? Во второй очереди АСУ-печать, которая начала разрабатываться в 1976 году.

Эта часть АСУ состоит из трех специализированных (по роду деятельности) подсистем. АСУ-печать-пром — подсистема, которая будет управлять полиграфической промышленностью. АСУ-печать-издат займется управлением издательствами. А АСУ-печать-торг будет управлять книготорговлей.

Первая, промышленная, подсистема, правда, очень похожа на своих «сестер» из промышленных предприятий. В ней решаются те же задачи, что и в промышленных АСУ. Да и как может быть иначе; ведь полиграфическая промышленность, работая в рамках той же экономической системы, что и другие отрасли, примерно так же организована и так же управляется. На ее предприятиях формируется производственная программа, осуществляется материально-техническое снабжение и т. д. Каковы же задачи управления, решаемые АСУ-печать-пром? Основная — учет выполнения плановых заданий предприятиями и осуществление на базе этого учета оперативного управления.

Наличие электронно-вычислительной техники позволяет решать задачи оптимизационным, наилучшим способом. Например, по оптимизационной модели будет решаться одна из самых «тонких» задач материально-технического снабжения — распределение лимитированных материалов. «Тонкая» эта задача, естественно, потому, что ее решение всегда затрагивает слишком много личных интересов; ведь многим хочется иметь запасы — «запас карман не тянет»! В этой ситуации «объективность» ЭВМ, исходящей в своих решениях из общегосударственных критериев, является незаменимым качеством.

Более специфична для отрасли книгопроизводства

вторая подсистема — АСУ-печать-издат. В ней решаются задачи планирования, учета и анализа работы издательств. Из всех издательств в подсистему поступает информация о выпуске «продукции»: названия книг, их объем, тип издания и т. д. Вся эта информация вводится в ЭВМ, которая и осуществляет анализ выпуска, рассчитывая его ритмичность, структуру и прочие показатели. Тут же формируется и динамика изменения этих показателей. Это та самая тяжелая и скучная рутинная работа, от которой годами буквально «стонали» работники издательств и Госкомиздата.

А вот и «новая» задача в подсистеме — сводное тематическое планирование. В процессе его осуществляется анализ планов выпуска всех издательств с целью: с одной стороны, избежать неоправданного дублирования тематики книг, с другой — устранять недостаточный охват некоторых важных тем. Для такого анализа все планы вводятся в ЭВМ, и формируется как бы единая программа выпуска Госкомиздата. Ясно, что такой огромный план без ЭВМ не только анализировать, но и просто просмотреть трудно. А ЭВМ позволяет провести его детальный анализ.

Что можно выявить в процессе анализа?

Ну, например, время от времени появляется «мода» на научную литературу по какому-либо вопросу. (Так было в свое время и с литературой по вопросам разработки АСУ.) Естественно, что почти все научно-технические издательства начинают охотно включать книги именно по этим вопросам в свои планы. Поток книг и брошюр по «модному» направлению науки становится чересчур обильным, в то время как другие направления незаслуженно «обижены». Анализ сводного плана позволяет выявить это явление и помогает принятию эффективных мер по его ликвидации.

Или взять хотя бы такое явление, как соавторство в публикации научных работ. Эта «болезнь», неоднократно критиковавшаяся в нашей прессе, приводит к тому, что некоторые научные руководители в год участвуют в написании чуть не десятка книг, выходящих в разных издательствах. ЭВМ и здесь быстро «выуживает» эту информацию из сводного плана и создает возможность эффективного пресечения этого неприятного явления.

Но наиболее интересные задачи все же решает

третья подсистема — АСУ-печать-торг, в которой сосредоточено управление книготорговлей.

Известно, что Госкомиздат не только крупнейший в мире книгоиздатель, но и крупнейший книготорговец. Совмещение в рамках одного ведомства всей цепи книгопроизводства — от автора до читателя, — казалось бы, должно было поднять эту отрасль на небывалую высоту. А вместо этого раздаются жалобы на организацию книготорговли; и, например, в газете писателей и читателей — «Литературной газете» — работа книготорговли стала почти постоянной темой.

Книжные магазины, склады книготоргов подчас забиты литературой, которую не покупают, и в то же время сохраняется устойчивый дефицит литературы, которую хотят купить. В чем же дело?

Конечно, дефицит бумаги, недостаток производственных мощностей типографий, издательств играют определенную роль, но не главную. И это отмечают все. Если бы это была главная причина, то был бы просто дефицит и не было бы перепроизводства ненужных книг.

Основная причина кроется, конечно, в отсутствии связи между потребителями книг и производителями — той самой обратной связи, которая необходима для эффективной работы любой системы.

Но раз причина ясна, надо устранять ее, налаживать связь. Что же мешает?

Мешает все тот же информационный барьер. Работу книготорговой сети характеризуют свои числа-гиганты: гигантские размеры книготорговой сети, гигантское количество наименований выпускаемой литературы. Все это, конечно же, не только мешает, но и просто не позволяет наладить эффективную обратную связь от потребителя к производителю книг. Так же, как и в других областях человеческой деятельности, здесь преодолеть информационный барьер пытались с помощью различного рода укрупнений: учитывать не отдельные издания, а целые разделы литературы, оценивать не каждую торгующую организацию, а целые республиканские книготорги и т. д. Ясно, что такой подход к успеху привести не мог. Как и везде, единственный выход — это создание автоматизированной системы управления.

Какие же конкретные задачи будет решать АСУ-печать-торг?

Будет разработана целая система управления товарными запасами книг, выпускаемых центральными (вначале), а затем и всеми издательствами. Во-первых, в ЭВМ будут постоянно вводиться заказы местных торгующих организаций. Во-вторых, эти заказы будут подвергаться регулярному анализу с целью распределения по разделам литературы, по территориальному размещению, по издательствам и будет исследоваться динамика изменения этих показателей. В-третьих, будет вестись регулярный учет и контроль за поставками литературы центральных издательств из оптовых торгующих организаций в сеть, накапливаться статистика поставок. И в-четвертых, по данным учета и статистики будет проводиться распределение и перераспределение фондов между книготоргующими организациями.

Как и в любом деле, в книготорговле тоже есть своя терминология. Доминирующим термином здесь является «расходимость» литературы. Пояснять его, по-видимому, не требуется. Вот оперативный учет этой «расходимости» и надо наладить. Кстати, передовые книготорги, такие, как Эстонский, организовали у себя учет «расходимости» и без АСУ, даже несмотря на большую трудоемкость этого дела. И эффект от этого учета оправдал все затраты. А уж с помощью ЭВМ организовать его значительно легче.

Как уже говорилось, все заказы местных торгующих организаций вводятся в память ЭВМ. Там же запоминаются и объемы поставки. Эти сведения образуют основной массив данных, который называется «Потребность в литературе центральных издательств». В тот же массив заносится информация о текущем состоянии запасов торгующей организации по каждому изданию.

Получают эту информацию так. Во все местные торгующие организации регулярно отправляются анкеты следующего содержания: «К такому-то числу сообщите сведения о таких-то изданиях: остаток... требуется дополнительно...»

Таким образом, в массиве постоянно имеется «свежая» информация о «расходимости» всех изданий. Это «новая» по своей сути информация будет использоваться для решения «новых» задач, в общем, беспрецедентных в истории книготорговли.

Первая задача такая. Допустим, по некоторому изданию кое-где образовался дефицит, а где-то лежат избыт-

ки. Необходимо так перераспределить запасы, чтобы удовлетворить потребителя и затратить на транспортировку при этом минимальные средства. И оказывается, что это вездесущая «транспортная задача». В данном случае там, где избыток — «поставщики», где дефицит — «потребители», а расстояния — они и здесь расстояния. Решение этой «транспортной задачи» позволит сэкономить народному хозяйству часть затрат на перевозку и устранит ту неприятную ситуацию, когда дефицитная книга вдруг обнаруживается в глухой деревеньке.

Массив данных о «расходимости» будет бесценным даром для библиографов и библиофилов. Сбудется их мечта — получить справку о том, где, в каком книготорге можно приобрести интересующую их книгу: услужливая ИСС за считанные секунды извлечет из массива необходимую информацию.

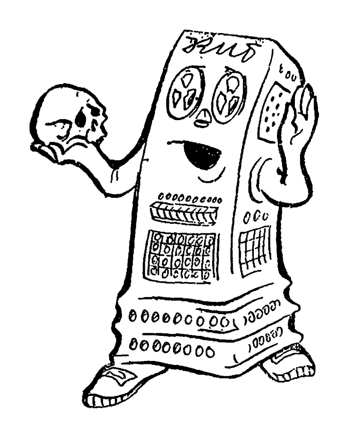
И наконец, такая задача: как распределять тираж издания по книготоргующим организациям?

Кажется, просто, ведь книготорговцы подают заказы. Сколько указано в заказе, столько и давай. Практика показывает, однако, неверность этого подхода. Общим явлением в методике заказывания является систематическое завышение объема заказа: «А вдруг урежут!» А кто и насколько завышает — об этом можно только догадываться.

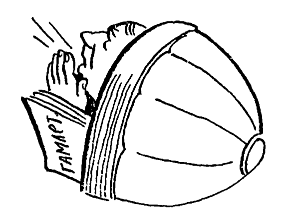
Тут-то и приходит на помощь все та же «расходимость». Для каждой торгующей организации вводится «коэффициент расходимости». Он высчитывается путем деления проданного количества книг данного издания на объем поставки. Статистика по этим коэффициентам постепенно накапливается и характеризует «честность» книготорговца. Так что при распределении тиража его заказ корректируется на «коэффициент расходимости».

По статистическим данным, которые за несколько лет накопятся в памяти ЭВМ, можно будет действительно эффективно изучать популярность отдельных тем, каждого из авторов и изданий с целью построения более актуальных тематических планов и правильного определения тиражей. Изучение факторов, влияющих на «расходимость», позволит более точно распределить объем издания по территории страны.

Одним словом, АСУ поможет наладить как раз ту самую прочную обратную связь покупателя книг с Госкомиздатом, которой сейчас так не хватает.



О ЧЕМ МЫ ТАК И НЕ ПОГОВОРИЛИ...



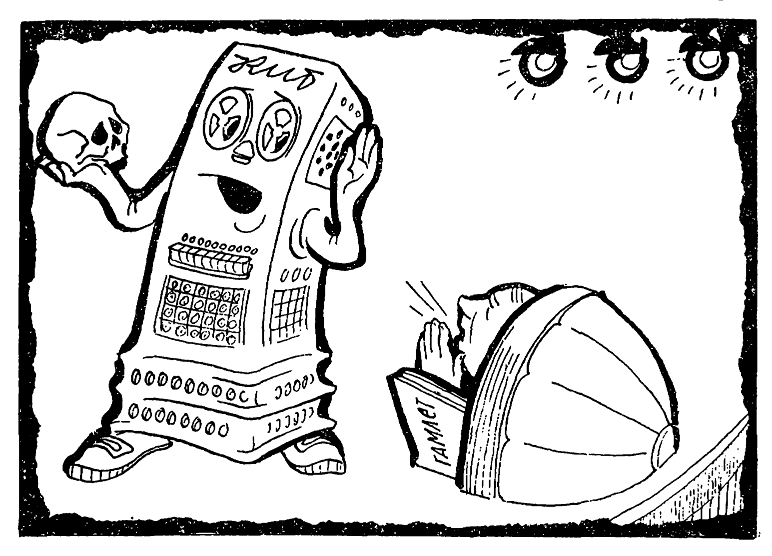


— В одной из глав был приведен длинный список компонентов АСУ. Было рассказано о планировании, об управлении, об экономико-математических методах, об информации. А как с остальными?

— Про остальные можно говорить столь же долго, так как за каждым из них стоит целая наука.

Есть, конечно, вопросы, которые просто нельзя обойти молчанием. Взять хотя бы развитие вычислительной техники. То, что она непрерывно улучшается, уже не раз отмечалось. Но вот появился ряд технических усовершенствований ЭВМ, которые изменили сам подход к процессу вычислений.

Раньше необходимо было исходные данные и про-



грамму их обработки вводить с перфокарт или перфоленты в память ЭВМ и лишь затем производить вычисления. С появлением терминала — специального выносного пульта управления ЭВМ, снабженного пишущей машинкой, — появилась возможность непосредственно вводить буквенную и цифровую информацию в машину. Терминал может быть расположен в другой комнате, в другом здании, даже в другом городе, по-

скольку информация может передаваться по каналам связи.

Пользуясь им, можно оперативно вмешиваться в работу ЭВМ, вводя при помощи пишущей машинки дополнительные команды, инструкции, данные. Однако при этом возникает противоречие между скоростью работы машины и скоростью реакции человека. Если программы вводить с пультовой машинки, то пока на ней печатают, ЭВМ будет простаивать.

Выходом из положения явилось создание так называемого мультипрограммного способа работы ЭВМ, при котором она (машина) одновременно работает своими разными устройствами с несколькими программами. В то время как программа одной задачи вводится с терминала, по другой осуществляются вычисления, тем самым загружая центральное вычислительное устройство ЭВМ, выводные устройства печатают в это время результаты решения третьей задачи.

Возможность оперативно вводить информацию, вмешиваться в работу над программами, корректировать промежуточные результаты привела к появлению совершенно нового режима работы на ЭВМ — диалогового.

Режим диалога «человек — ЭВМ» открыл необычайно богатые возможности для использования ЭВМ в управлении. Дело в том, что несовершенство моделей управления и неточность имеющейся информации часто приводят к тому, что даже полученное на ЭВМ решение управленческой задачи не удовлетворяет администрацию. Как в этом случае поступать?

Вот, например, формирование производственной программы предприятия. Уже говорилось, что, хотя эта задача и описывается моделью «линейного программирования», критерий бывает сложно записать из-за принципиальной многокритериальности ситуации. Можно вспомнить мучения жениха в брачной конторе и все способы избавления от многокритериальности!

При составлении производственной программы в режиме диалога человека с ЭВМ довольно оперативно можно перепробовать все эти способы. Кроме того, можно изменить значение коэффициентов важности заказов, в зависимости от ситуации добавить или уменьшить величины производственных мощностей в ограничениях. Можно оперативно изменять сроки выпуска продукции,

нормативные и другие входные данные. В результате такого последовательного улучшения производственной программы будет получен вариант, удовлетворяющий дирекцию завода.

Особенно эффективно применение диалогового режима в оперативном управлении ходом производства, в работе диспетчера. Путем диалога с ЭВМ можно последовательно уточнять те данные, которые необходимы для регулирования, обобщать их по разным показателям, выявлять нарушения нормального хода производства. Вообще выдача справочных данных на предприятии должна быть построена исключительно по диалоговому принципу. Тогда в процессе общения с ЭВМ можно наиболее точно формулировать, какого рода сведения требуются, и получать необходимые справки.

Допустим, главный диспетчер завода решил уточнить состояние производственного процесса. В традиционной системе управления он задал бы одному из работников диспетчерского аппарата примерно такой вопрос: «В каком состоянии заказ А?» Работник, ответственный за заказ А, ответил бы: «В основном положение нормальное, но детали А-15 и А-28 не поступили своевременно на сборку из цеха № 5, из-за чего узел А6 вовремя не собран».

ЭВМ на такой вопрос диспетчера не ответит. Неоспоримое преимущество человека перед машиной заключается в том, что он по тону либо из контекста догадывается о конкретном содержании вопросов довольно общего характера, чему ЭВМ пока не научилась.

В лучшем случае она ответила бы: «Параметра «состояние» в перечне характеристик заказа А нет»; в худшем — «Вопрос сформулирован неверно».

ЭВМ «не умеет» обобщать. Она может отвечать на конкретные вопросы, перечень которых в нее введен заранее. Для распознания каждого вопроса и выработки ответа-справки в ЭВМ заложена специальная программа. Естественно, что при этом часто с помощью одного вопроса нужного ответа не получишь.

В описанной ситуации запрос диспетчера: «Какие узлы и детали по заказу А не изготовлены в срок?» — настоящее положение заказа А не прояснит, потому что в ответ ЭВМ выдаст длинный список. Среди множества

деталей и узлов в нем будут как незначительно запоздавшие, практически не оказывающие влияния на ход производства, так и упомянутые А-15, А-28 и А6, из-за которых весь заказ А может быть не выполнен в срок. Как в этом разобраться с ходу?

Потребуется уточнение: «Какие позиции планового задания по сборке заказа А в настоящее время не выполнены?» В справке появится узел А6. Известно, что основная причина отставания сборки — отсутствие деталей. Последует запрос: «Каких деталей не хватает в комплекте узла А6?». ЭВМ напечатает перечень: А-15, А-28. Последняя справка машины о том, что детали А-15 и А-28 изготавливаются в цехе № 5, который и является виновником задержки, позволит диспетчеру уяснить всю картину.

То, что в справочной деятельности, как, впрочем, и в подавляющем большинстве родов деятельности, человек имеет преимущество перед машиной, вовсе не означает, что этот процесс не надо автоматизировать. Представьте себе, какую гору информации надо просмотреть работнику диспетчерского аппарата, чтобы ответить на вопрос диспетчера. А если эту работу поручить ЭВМ, то вовсе не беда, что вместо одного вопроса придется задавать три-четыре. В режиме диалога с ЭВМ это происходит довольно быстро: на пультовой пишущей машинке печатаются даже не сам запрос, а номер запроса и изменяющиеся параметры (заказ А, узел А6). Ответ обычно не задерживается — в зависимости от объема информации, который необходимо «пересмотреть» ЭВМ, на него уходит от секунды до минуты. Больше времени затрачивать на «обдумывание» машине не позволяют разработчики информационно-справочных систем: ведь время реакции системы на запрос — это самый важный параметр ИСС.

А развитие вычислительной техники и математического обеспечения идет дальше. Появилось сообщение о новой разработке, ведущейся в Институте кибернетики АН УССР под руководством академика В. Глушкова. «Контролирующий интеллектуальный терминал» — КИТ, как назвали авторы свое детище, — включает в себя, кроме обычного терминала, маленькую вычислительную машину (мини-ЭВМ). Программы, заложенные в мини-ЭВМ КИТа, кроме простого ответа о значениях некоторых параметров контролируемой системы, будут

оперативно выдавать «по собственной инициативе» еще и критические значения параметров.

В приведенном случае на вопрос диспетчера об отстающих деталях по заказу А КИТ так же, как и его «неинтеллектуальный» собрат, привел бы полный список деталей, изготовленных с запозданием, но добавил: «А кроме того, детали А-15 и А-28 в настоящий момент не поступили из цеха № 5, чем задерживают сборку узла А6».

Таким образом, «предугадывая» некоторые действия человека, интеллектуальный терминал освобождает его от части умственной работы и тем самым значительно увеличивает оперативность диалога.

Но на этом не ограничиваются таланты КИТа. В него будет заложена возможность выдавать человеку «подсказки» и «рекомендации».

Каждая диалоговая система имеет некоторые правила функционирования, которые нельзя нарушать. Так, на неправильно поставленный вопрос обычная система просто печатает: «Вопрос поставлен неверно». Иногда программисты «хулиганят» и вводят в программы ЭВМ хлесткие ответы, так что печатающее устройство ЭВМ разражается тирадой типа: «Неужели ты такой тупица, что никак не можешь понять...» и т. д. Интеллектуальный терминал может вежливо «подсказать» пользователю, в какой части вопроса он ошибся, как правильно поставить вопрос. Кроме ответа на вопрос, КИТ вырабатывает обычные рекомендации по управлению, а в аварийной ситуации срочные.

Применение контролирующих интеллектуальных терминалов, несомненно, увеличит возможности и сферу применения диалогового режима общения с ЭВМ в автоматизированных системах управления.

— Наверное, это недешево стоит?

— Да, конечно. Но это все учитывается — имеется в виду оценка экономической эффективности АСУ.

Вопрос эффективности является ключевым при ведении любой разработки. Согласно ОРММ, основному нормативному документу, который обсуждался в начале бесед, технико-экономическое обоснование АСУ включает обязательный раздел: оценку экономической эффективности предлагаемой системы. Возникает вопрос, зачем ее оценивать? Ведь и так ясно, что создание и внедрение АСУ — объективная необходимость!

В общем-то, да! Но в нашей стране, помимо крупных, есть мелкие предприятия, где управленческий персонал вполне удовлетворительно справляется со своими обязанностями, и есть средние, где неясно, надо создавать АСУ или нет. В этих случаях экономическая эффективность показывает, стоит или нет затевать работу по внедрению АСУ.

Для этого проводится традиционный экономический анализ: расчет затрат и результатов. Выгода, полученная за год от внедрения новой системы, и составляет



экономический эффект. Главным показателем является, конечно, не сам экономический эффект, а срок окупаемости системы, который вычисляется как отношение затрат к годовому эффекту. Это естественно, потому что годовой экономический эффект в 100 тысяч рублей можно получить, затратив миллион, а можно получить, затратив лишь полмиллиона. И тот факт, что в первом случае капиталовложения окупятся через 10 лет, а во втором — через 5, показывает, что вторая система эффективней первой.

Так рассчитывается срок окупаемости системы.

Кроме того, в каждой отрасли установлен свой нормативный срок окупаемости. Если он для выбранной системы окажется больше нормативного — система не

нужна, если меньше — ее можно разрабатывать и внедрять.

Но есть и еще ряд причин, вынуждающих проводить расчет экономической эффективности все предприятия, даже те, где преимущества АСУ очевидны. Скажем, какую ЭВМ покупать: большую, среднюю или малую? А может, вообще не покупать машину, а арендовать машинное время у соседнего предприятия или у вычислительного центра ближайшего проектного института? Что лучше — использовать типовые проектные решения или разрабатывать индивидуальный проект? На все эти вопросы пока может ответить лишь расчет экономической эффективности.

А как оценить успехи предприятия по внедрению АСУ? Что при этом стимулировать, за что платить премию?

Количество внедренных задач и подсистем для этого не подходит, потому что оно разнится от проекта к проекту, от предприятия к предприятию. Одно время попробовали стимулировать предприятия по числу автоматизированных задач, но это привело лишь к микроскопическому дроблению понятия «задача» в АСУ и к гигантскому увеличению числа этих микрозадач. Некоторые создатели АСУ предложили считать так: ввод информации — одна задача, контроль введенной информации — другая задача, расчет — третья, печать по материалам расчета, скажем, трех документов — еще три задачи. К чему это привело? Да к тому, что теперь в АСУ некоторых предприятий уже сейчас насчитывается сотни внедренных задач, а в действительности вся система управления не автоматизирована и на треть.

Нет, конечно, для оценки работы и стимулирования опять же подходит лишь показатель экономической эффективности АСУ.

Так что расчет этого показателя становится этапом проектирования. Как же он осуществляется? Как уже говорилось, подсчитываются отдельно произведенные затраты и полученные результаты. Затем все сравнивается.

Методика расчета затрат на создание АСУ практически совпадает с аналогичными методиками определения затрат на внедрение любой новой техники: поточной линии, прогрессивного технологического процесса и пр.

Начинается все с того, что суммируются капитальные

затраты на строительство здания информационно-вычислительного центра, где будут расположены машины, на приобретение ЭВМ, на покупку прочего оборудования и математического обеспечения. К ним прибавляются эксплуатационные затраты, зарплата персоналу и т. д. и т. п. В общем, эта методика уже хорошо отработана многими поколениями экономистов. А вот методика подсчета результатов — совсем другое дело.

Прежде всего, от чего получается экономический эффект? Улучшение качества управления приводит к упорядочению производства, к ритмичности производственного процесса, к устранению неразберихи, дефицитов и штурмовщины. Плохо это или хорошо? Даже очень хорошо!

Но ведь это все слова, а для экономиста сухое пощелкивание костяшек, откладываемых на счетах чисел экономического эффекта, звучит прекраснее самых распрекрасных слов! Ему вынь да положь числа!

При создании методики расчета экономической эффективности АСУ пришлось немало поломать голову. С самого начала было ясно: эффект есть, должен быть, надо лишь его «ухватить» и «разложить по полочкам».

И вот наконец эти «полочки» найдены.

Основными источниками экономического эффекта признаны: а) сокращение простоев оборудования и других потерь рабочего времени; в результате появляется возможность на тех же производственных мощностях выпустить дополнительную продукцию — прибыль от ее продажи и есть эффект от внедрения АСУ;

б) внедрение АСУ за счет упорядочения производственного процесса снижает затраты на изготовление продукции, то есть снижает себестоимость, — это снижение тоже можно отнести в счет эффекта.

Дальше вычисление эффекта раскладывается по статьям. Так, снижение себестоимости происходит за счет сокращения сверхурочных работ (здесь надо вспомнить критерий равномерности загрузки в планировании), сокращения брака, сокращения объема запасов и т. д. По каждой статье, как и положено в экономике, приведена формула расчета. Все это сведено в один документ, названный «Методика расчета экономической эффективности АСУ».

Казалось бы, чего еще желать; бери и считай, подставляй свои числа в формулы!

Ан нет! Не успели опубликовать методику, сразу раздался ропот. На специальной всесоюзной конференции, посвященной вопросам определения экономической эффективности АСУ, было высказано в адрес методики огромное количество упреков и замечаний, к сожалению, справедливых! Основные претензии таковы.

Во-первых, методика не конструктивна. Естественно, что по экономической традиции все применяемые в ней формулы расчета эффективности взяты из традиционной экономики, а потому они линейные, и в них полно наставлено коэффициентов, которые неизвестно как вычислять. Скажем, экономия от сокращения брака рассчитывается через «коэффициент сокращения потерь от брака», который равен отношению процента бракованных деталей до и после внедрения АСУ. Если мы рассчитываем экономический эффект уже после того, как внедрили АСУ, так называемый фактический эффект, — все довольно просто: по отчетным данным находим процент брака до и после внедрения, делим и получим искомый коэффициент. Но ведь часто необходимо рассчитывать эффект не после, а до внедрения АСУ, на стадии проектирования, найти ожидаемый экономический эффект, как его называют. Именно он используется для обоснования проекта, для выбора лучшего варианта АСУ. Как же определить процент брака, который еще, возможно, будет когда-нибудь после внедрения АСУ? Как его спрогнозировать? И такой недостаток имеет место во многих формулах.

Во-вторых, методика в ряде случаев неправильно оценивает эффект от внедрения АСУ. Основной принцип оценки — сравнить, что было до внедрения и что стало после. Но ведь до внедрения на разных предприятиях было разное положение! Ведь говорилось, что эффективность АСУ зависит не только от ее качеств, но и от уровня организации производства. Если на предприятии он высок, то весь эффект, который даст автоматизация управления, можно целиком отнести за счет АСУ. Если же в производстве царит хаос, то внедрение АСУ непременно(это закон) улучшит и организацию производства и принесет, может быть, значительно больший эффект. Но часть его надо отнести на счет работы по улучшению организации. Методика же этого не предусматривает. Она все относит на счет АСУ, ставя тем самым предприятие с налаженным производством в худшие усло-

вия, так как при одинаковых затратах на создание АСУ оно получит меньший эффект.

И наконец, третья большая претензия к методике: она недооценивает самое существенное в АСУ — эффект оптимизации. В ней нет метода расчета эффекта от внедрения оптимизационных задач, которые и составляют соль автоматизации управления.

Трудность эта принципиальная. Она состоит в том, что предсказать, что именно даст оптимизация, заранее невозможно. Допустим, что в традиционной системе планирования простои оборудования составляют ежемесячно 5 процентов рабочего времени из-за неоптимального плана. Как предсказать, какой процент составят простои в оптимальном плане? Так что неясно, как рассчитывать ожидаемую эффективность.

Итак, метод расчета эффекта от внедрения оптимизационных задач пока еще не разработан. А без него эффект от внедрения АСУ систематически недооценивается. Все эти жалобы на методику привели к тому, что разработчики начали ее усиленно совершенствовать. Это совершенствование идет по нескольким направлениям.

Первое — разрабатываются методики определения всяких коэффициентов, входящих в формулы. Второе — предпринимаются попытки оценить эффект оптимизации, например, статистически. И наконец, главное, сделана попытка устранить неправильную оценку перспективы. Это оказывается самым сложным.

Дело в том, что при оценке эффективности АСУ неявно проводятся параллели с оценкой экономической эффективности от внедрения любой иной новой техники. Кое-где эти параллели оказались успешными, а в некоторых случаях привели к целому ряду недостатков, которые перечислены в разделе «во-вторых». Попытка устранить их дала следующие довольно интересные результаты.

Пришлось признать, что экономическая эффективность не может служить единственным мерилом эффективности АСУ (надо вспомнить, что во многих практических задачах единственного критерия обнаружить не удается) и надо добавить в качестве равноправных показателей еще такие: а) уровень организации производства и труда, б) системотехнический уровень АСУ,

оценивающий вычислительную технику, математическое обеспечение, организацию процесса управления в АСУ, в) уровень охвата задач управления автоматизацией.

Таким образом, признано, что оценка АСУ должна осуществляться по четырем показателям, которые вместе получили название «научно-технического уровня АСУ».

А пока методика оценки «научно-технического уровня АСУ» проходит этапы разработки, детализации, согласования, утверждения, суждение о рентабельности АСУ производится по старинке — по экономической эффективности.

— И все же хотелось бы знать, как широко распространились АСУ?

— В начале бесед уже говорилось, что распространенность АСУ напоминает моду. Действительно, сейчас нет такой области общественного производства, куда не проникла бы идея автоматизации управления.

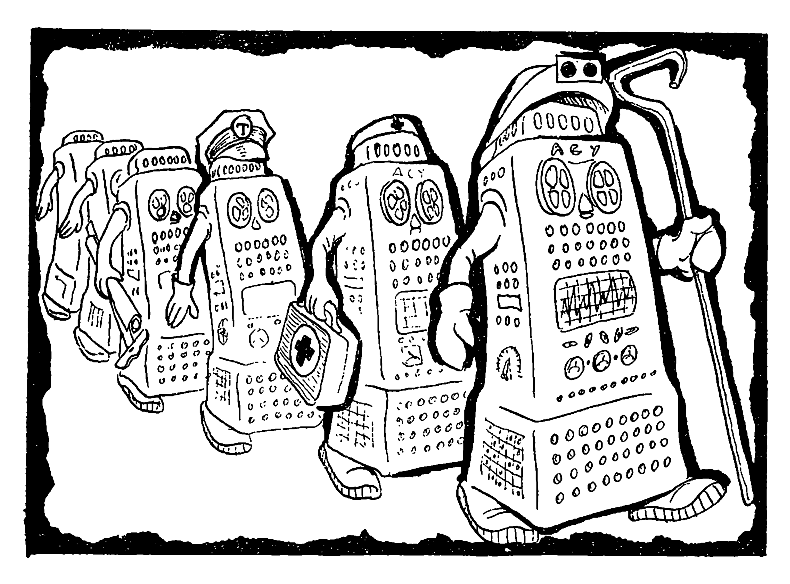
— На каких же предприятиях они есть, а на каких их и не будет?

Безусловно, крупные промышленные предприятия и производственные объединения являются, так сказать, исходным объектом приложения ЭВМ и вычислительной техники. Именно здесь в связи с укрупнением производства и повышением производительности труда традиционные методы управления в наибольшей степени показали свою несостоятельность, а АСУ — свою насущную необходимость. Что же говорить тогда о министерстве, которое управляет отраслью, насчитывающей десятки и сотни предприятий! Уж здесь без отраслевой автоматизированной системы управления никак не обойдешься.

Так что в значительной части нашего общественного производства: на крупных предприятиях, в объединениях, министерствах — сейчас создают или уже частично создали АСУ. Не зря большая часть примеров в этих беседах взята из области промышленного производства. Именно там все начиналось и в настоящее время находится в наиболее развитом состоянии.

Что же касается мелких предприятий, которые в меньшей степени испытали разрушительное действие информационного барьера, то тут картина такая. Необходимость создания АСУ уже осознана, однако внедрение их на каждом отдельном маленьком пред-

приятии экономически неэффективно, поскольку огромные затраты на приобретение ЭВМ и разработку системы не всегда и не быстро окупаются. Здесь предполагается идти по линии создания вычислительных центров коллективного пользования. Один такой кустовой вычислительный центр будет перерабатывать управленческую информацию нескольких предприятий, а автоматизированные системы управления на каждом предприятии будут построены по типовым схемам, отчего они станут экономически выгодными.



В остальных сферах общественного производства дела обстоят примерно так же. Уже упоминалось вначале об автоматизированных системах управления в банке, вузе, Аэрофлоте.

Вообще траспорт, по-видимому, является вторым по широте охвата автоматизацией управления после промышленного производства. Почти на всех железных дорогах СССР созданы вычислительные центры. Многим, наверное, приходилось видеть внешние устройства железнодорожной АСУ — терминальные пишущие машинки «Консул», которые после короткого диалога пассажира и кассира «сами» впечатывают все данные в стандартный бланк билета.

Но пассажирские перевозки составляют лишь малую часть общего объема железнодорожного грузооборота. Существенную часть составляет транспортировка народнохозяйственных грузов. Здесь внедрение оптимизационных методов планирования перевозок, автоматизация учета подвижного состава, рациональное комплектование товарных поездов дают огромный экономический эффект.

Аналогична ситуация и с другими видами транспорта: водным, автомобильным.

Порт, пароходство — это крупные предприятия, нуждающиеся в собственных автоматизированных системах управления.

Автотранспортные предприятия по своим масштабам мельче. Как правило, они обслуживаются кустовыми, региональными или какими-либо другими вычислительными центрами коллективного пользования.

Широкую область для применения вычислительной техники предоставила медицина. Огромные картотеки, хранящие истории болезней, — это прекрасное поле приложения «способностей» ЭВМ: быстро отыскать необходимую «каплю» данных в «море» информации. Кроме того, ЭВМ неплохо зарекомендовала себя в диагностике болезней. При этом нет необходимости ставить ЭВМ в каждой поликлинике или здравпункте: информация может быть введена в машину по проводам телефонной связи. Так что появилась практическая возможность получения квалифицированной консультации «прямо на дому»: в деревне, в поселке и других местах, отдаленных от крупных медицинских центров. В ближайшее время традиционная фигура сельского доктора, которая за последние полвека претерпела значительные изменения, по-видимому, приобретет значительный кибернетический уклон.

Несколько отстает от общего уровня автоматизация управления в сельском хозяйстве. Это происходит в основном из-за того, что сельскохозяйственные предприятия — колхозы и совхозы — относительно невелики. Однако и там существуют оптимизационные задачи планирования (типа сельскохозяйственной задачи, которая рассматривалась) и, конечно же, трудоемкий учет. Автоматизацию управления в сельском хозяйстве предполагается осуществлять по линии создания территориальных (районных, межрайонных) вычислительных

центров, которые и будут перерабатывать поступающую от сельскохозяйственных предприятий информацию.

Городское хозяйство, особенно в крупных городах, с точки зрения управления не менее сложно, чем крупное промышленное предприятие. Кроме учетных, здесь существенны задачи планирования и управления ремонтными работами по всем видам обслуживания населения, планирования и управления городским транспортом и еще десятки других. Так что АСУ городским хозяйством — насущная необходимость.

Строительство тоже не может обойтись без АСУ. Крупный строительный трест — предприятие со сложной системой управления, выполняющей те же перечисленные уже функции. Задачи планирования строительных работ почти ничем не отличаются от задач планирования производства, например, станков. И математические модели у них порой совпадают. Но в строительстве особую важность имеют задачи оперативного управления, поскольку необходимо четко координировать поставку строительных материалов с ходом работ. Здесь ЭВМ — большой помощник.

Сферы применения автоматизированных систем управления можно перечислять долго. Пришлось бы говорить о революции в библиотечном деле, о производстве и распределении электроэнергии, об управлении геологоразведочными работами и еще о многом и многом.

Необычайные возможности вычислительной техники, привлечение математики — все это создает вокруг АСУ ореол некоторой таинственности, делает автоматизацию управления очередным чудом научно-технической революции. Но пройдет совсем немного времени — 5, может быть, 10 лет, и АСУ станет столь же естественной частью любого предприятия, как современное оборудование.

Интересно, что АСУ — одна из самых «молодых» отраслей, молодых по возрасту работающих в ней людей.

Примерно 70 процентов персонала отделов АСУ — математики-программисты, инженеры, обслуживающие ЭВМ, и операторы, которые осуществляют на ЭВМ расчеты.

Математики и инженеры — это недавние выпускники вузов. Учитывая, что по таким профессиям вузы готовят специалистов всего 5—6 лет, ясно, что средний возраст их значительно меньше 30 лет. Операторов же обучают специальные средние школы с уклоном в ЭВМ и профессионально-технические училища, так что им по 18—20 лет. Сейчас спецшколы и ПТУ начали готовить и программистов.

Вот почему АСУ долго еще будет нуждаться в притоке людей комсомольского возраста, полных сил и дерзаний!

СОДЕРЖАНИЕ

...ПЛЮС ИНФОРМАЦИЯ

О ЧЕМ МЫ ТАК И НЕ ПОГОВОРИЛИ...

58 коп.



ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ ПОРТУГАЛ

Доктор экономических наук В. Португал начал исследовательскую деятельность более десяти лет назад. Свои научные и преподавательские интересы он связал с экономикой.

Эта область знания сегодня, в период научно-технической революции, стала особенно актуальной. Усложнение изделий и технологий порождает громадные объемы производственной информации, которые приходится перерабатывать аппарату управления. Ему все труднее планировать, учитывать и регулировать старыми методами. Новые способы управления хозяйством и составляют предмет исследований В. Португала. Многие его идеи и предложения уже внедрены или внедряются на предприятиях страны.

Большой опыт практической работы, а также лекции, прочитанные студентам, школьникам и работникам предприятий, послужили основой для книги «Беседы об АСУ». В ней сделана попытка рассказать просто о всех сложных вопросах, возникающих при автоматизации управления.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ

МОСКВА, 1977